

لجنة التأليف والترجمة والنشر

# النجوم في مسائل الحكا

تأليف

سير جيمس جينز SIR JAMES JEANS

M. A., D. Sc., Sc. D., LL. D., F. R. S.

وترجمة

الدكتور احمد عبد السلام الكرداني

B. Sc. (Hon.), Ph. D. (London), D. I. C.

ناظر مدرسة القبة الثانوية

[الطبعة الأولى]

مطبعة دار الكتب المصرية بالقاهرة

١٩٣٣



النجوم في مسالكها

حقوق الطبع للنص الانجليزي محفوظة للطبعة جامعة كبرديج  
وحقوق الطبع للنص العربي محفوظة ( باذن من وكلاء مطبعة جامعة كبرديج )  
للجنة التأليف والترجمة والنشر

لجنة التأليف والترجمة والنشر

# النجوم في مسائل الحكماء

تأليف

سير جيمس جينز SIR JAMES JEANS

M. A., D. Sc., Sc. D., LL. D., F. R. S.

ترجمة

الدكتور أحمد عبد السلام الكرداني

B. Sc. (Hon.), Ph. D. (London), D. I. C.

ناظر مدرسة القبة الثانو

[ الطبعة الأولى ]

طبعة دار الكتب المصرية بالقاهرة

١٩٣٣



# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## مقدمة المترجم

السيرج . جيز في طليعة علماء الطبيعة والفلك ، وهو الى هذا كاتب  
قدير يستهويك بسحر بيانه . نشط في السنين الأخيرة لمخاطبة جمهور المتعلمين  
فنشر في انجلترا كتابا صغيرة الحجم جزلة المعنى لطيفة الأسلوب ، قصد فيها الى  
بسط خلاصة ما انتهى إليه العلم الحديث في الكون ونظامه ، وأصله ونشونه ،  
وتركيب أجسامه وذراته ، وتولدها وانحلالها . وبحت مدى الكون من  
حيث هو محدود أو غير محدود ، ومتمدد أو منقبض . وعرج على الطاقة  
والإشعاع والنسبية . ثم بحت الحياة في عالمنا والعوالم الأخرى في الكون .

وما كادت هذه الكتب تخرج من دار النشر حتى تهافت عليها الجمهور  
بصورة لم يسبق لها مثيل في الاقبال على الكتب العلمية ، إذ بلغ متوسط  
المبيع من كل منها في اليوم إبان ظهوره فوق الألف . طالعت أحدها  
فتملكني التقدير والاعجاب ، وما أتممت مطالعة الثاني حتى أزمعت ترجمته  
لكي لا تحرم اللغة العربية من بعض هذه الذخيرة العلمية النفيسة التي أخرجها  
ذلك العقل الكبير في هذه الصورة الممتعة .

وصادف عندئذ أن كانت لجنة التأليف والترجمة والنشر تنتظر في الكتب التي تطبعها من إعانة وزارة المعارف ، فلما اقترحت عليها ترجمة هذا الكتاب رحبت به ، وانتهى الأمر بأن عهدت إلى بالترجمة وإلى أخى الأستاذ محمد أحمد الغمراوي بالمراجعة .

وما كدت أبدأ حتى أيقنت بثقل العبء الذى تصديت لحمله وصعوبة المهمة التى أخذتها على عاتقى . فالكتاب كتاب علمى دقيق ، والمصطلحات العلمية ، كما نعرف ، فيها كثير من الاضطراب والنقص ، ثم إن للكتاب ميزة الأسلوب الطلى الذى يجعلك تقرأ هذا العلم الدقيق كما تقرأ الرواية الشيقة المحككة الوضع ، لا تود الفاءها من يدك حتى تأتى على آخرها . ولا أكنتم القارئ أنى لو علمت قبل الشروع فى هذا العمل مقدار ما قدّرلى أن أصرفه فيه من جهد ووقت لعدلت عنه ، أسوق هذه العبارة للاخوان الذين استكثروا الوقت الذى استغرقه العمل ولا مولى على تأخر ظهور الترجمة .

وقد وجدت فى الكتاب خريطين لنصفى الكرة الشمالى والجنوبى بحيث تشمل الأولى النجوم التى ترى من إنجلترا دائماً أوفى بعض الأيام . وتشمل الثانية القسم الثانى والنجوم التى لا ترى أبداً من إنجلترا ، وفضلت طبع الخريطين على حالهما . لكنى رأيت أن أمصر الكتاب الى حد ما فأشرت على لجنة التأليف فطلبت من حضرتى فلكنى مرصد حلوان الدكتور محمد رضا مدور والأستاذ عبد الحميد محمود سماحة أفندى إعداد خريطة تبين النجوم التى ترى بالقاهرة على الدوام أوفى بعض الأيام ، وقد تفضل حضراتهما



فوضعا الخريطة التي تجدها عقب الخريطين الانجليزيتين في آخر الكتاب ، وقد كُتبت فيها أسماء النجوم باللغة العربية فقط . ويربط الخريطة العربية بالخريطين الانجليزيتين قائمة بأسماء النجوم باللغتين أحقتهما بآخر الكتاب . هذا وقد طبعت الخريطة العربية على صورتين الأولى منها طبق الأصل كما وضعها صاحبها ومنها تبين مواقع النجوم بالضبط ، والصورة الثانية مأخوذة من الأولى بعد أن عدلتها تعديلا يجعلها مناظرة للخريطين الانجليزيتين ويبين فيها بوضوح المناطق الموصوفة في الصفائف من ١٧٢ الى ١٩٤ .

أما أسماء النجوم فقد استعنت في تحقيقها ( هي والمصطلحات الفلكية الأخرى ) بمراجعة كثير من الكتب الغربية من أهمها " عجائب المخلوقات " للقزويني ومحاضرات السنيور نالينز بالجامعة المضرية . ثم اجتمعت بعد ذلك بالأستاذ سماحة ، الذي كان يقوم مع زميله الدكتور مدور يبحث مستفيض في هذه الناحية أيضا ، وراجعنا المواضيع القليلة التي كان بيننا بعض خلاف فيها ، حتى استقر الرأي على الصورة النهائية . وكانت هذه خطوة موفقة لاستعمال مصطلحات عربية استعمل أكثرها الأقدمون وسيستمر في استعمالها اللاحقون .

وتمايز الخريطة الغربية بأن رسم فيها مدار الشمس (أو دائرة البروج) حتى تبين البروج أي الكوكبات الاثنا عشرة التي تنتقل بينها الشمس أثناء السنة حسب التواريخ المكتوبة بين الدائرتين الخارجيتين ، كما رسم فيها أيضا

منحنيان مقفلان يحصران الجزء الذى يبدو من السماء فى الاعتدالين —  
الأيمن يحصر ما يبدو منها فى الساعة السادسة مساء من يوم ٢١ مارس ، والأيسر  
ما يبدو فى الساعة السادسة مساء من يوم ٢٣ سبتمبر .

وقد أوردت عقب قائمة أسماء النجوم قائمة أخرى بالحروف العربية  
التي تستخدم فى مقابل الحروف اليونانية والرومانية المستخدمة فى تسمية  
النجوم . أما الحروف اليونانية فأكثرها كان متفقا على مقابله العربى من  
قبل ، وأما الرومانية فلم أعثر على أية محاولة سابقة لوضع مقابل عربى لها  
فاخترت لذلك ما تجده فى القائمة الثانية المشار إليها .

وجريا على السنة التى أشرت فى كتاب ” بسائط الطيران “ باتباعها ،  
ألحقت بهذا الكتاب أيضا قائمة ثالثة تشمل ما رأيت التنبيه اليه من  
المصطلحات العلمية التى استخدمتها فيه لكى يسهل الرجوع اليها .

ويرى المتصفح للقوائم المشار إليها أننى خالفت فى الأولى محمود باشا الفلكى  
فى بعض أسماء للنجوم لأسباب أهمها عدم ارتياحى لنقل الاسم الافرنيجى كما هو  
كما خالفت من سبقنى فى بعض الحروف العربية التى استخدمت للدلالة على  
الحروف اليونانية فقد آثرت استخدام ط فى مقابل π لشيوع ذلك  
فى الرياضة واستخدمت ث ( بدلا من ط ) فى مقابل θ . وكذلك صدفت  
عن المتبع من ترجمة كلمة (magnitude) بـ ”قدر“ إذ أن الكلمة الإنجليزية  
تشير الى لمعان الكوكب لا الى حجمه ولذا فضلت ترجمتها بلفظة ”مرتبة“ .  
كذلك أردت أن استخدم لكلمة (size) لفظا خلافا ”حجم“

الذى عم استعماله ترجمة لكلمة (volume) فاخترت لترجمة (size) لفظة "قدر".

وقد خالفت أيضا رجال علم الطبيعة فاستخدمت لفظة "جمد" في مقابل (ice) بدلا من "جليد" التى يستخدمونها فالجليد فى القاموس الندى يسقط على الأرض فيبرد فيجمد وهو أقرب الى (frost) التى استخدمت لها أيضا لفظة "صقيع" المستخدمة فى كتب الطبيعة. وكذلك خالفت الاستاذ مصطفى نظيف فى ترجمته (relativity) "بالأضافة" وآثرت ترجمتها "بالنسبية" لأنها أوضح من الأولى وأدل على المعنى وقد شاع استعمالها.

كذلك استخدمت بعض ألفاظ جديدة وضعتها لأسماء لم أعر لها على مقابل عربى "كالخيث" لترجمة (Malus) والسدسية أو السدسيات لترجمة (Sextant).

وإنى أرجو بعد هذا كله أن أكون وفقت فى إخراج هذا الكتاب، وهو الأول من نوعه فى اللغة العربية فى العصر الحديث ، على النحو الذى يرتضيه جمهور المتعلمين ولا سيما رجال الفلك ، وإن كنت قد قصرت بعض التقصير فعسى أن أجد من بين حضرات القراء العاذر المقدر للجهود على علته .

وأرى واجبا على تسجيل شكرى لجميع حضرات من عاونونى فى مهمتى، وأخص بالذكر منهم أخى الأستاذ محمد أحمد الغمراوى الذى لم يأل جهدا فى مراجعة الكتاب بدقة وهمة يستوجبان الشناء العظيم . وكذلك صديق

عبد الحميد محمود سماحة أفندى الذى كان دائماً مستعداً لتلبية كل طلب عن طيب خاطر، فأقدم له جزيل الشكر على مساعداته القيّمة .

وأما نظام الطبع واتقانه ، والعناية باللوحات حتى ظهرت بصورتها الحالية الجميلة فالمترجم مدين بهذا كله، الى المجهود العظيم الذى بذله حضرة محمد أفندى نديم ملاحظ مطبعة دار الكتب، هو وحضرات معاونيه ، ذلك المجهود الذى يستحق التقدير والاعجاب .

والله الموفق الهادى .

أحمد عبدالسلام الكردانى

مصر الجديدة  
فى أول يوليوسنة ١٩٣٣

## مقدمة المؤلف .

لما قمت حديثا بالقاء سلسلة أحاديث لاسلكية فرضت أن سامعيّ ليس لديهم أية معرفة علمية سابقة ، وحاولت أن أطلعهم على شيء من سحر علم الفلك الحديث وشيء من عجائب الكون التي نراها من خلال مرآة مراقب . هذا العصر .

والكتاب الذي بيدك يحتوي هذه الأحاديث متوسّعا فيها الى ضعف طولها الأصلي ، ولا تزال في أسلوبها ولغتها كالأحاديث اللاسلكية : بسيطة لا تكلف فيها ولا صعوبة فنية . فالكتاب لا طموح فيه ، إذ لم يقصد به سوى أن يكون مقدمة لأوفر العلوم حظا من الشعر — مقدمة سهلة ، مقبولة ، غير مثقلة بالجد .

ج . هـ . جينز

دوركنج

٢٢ يناير سنة ١٩٣١



# فَهْرَسْتُ الْكِتَابِ

صفحة	الفصول
١	الأول : القبة السماوية ... ..
٢٦	الثاني : سياحة تمهيدية عبر الفضاء والزمن ... ..
٥٣	الثالث : أسرة الشمس ... ..
٧٣	الرابع : وزن النجوم وقياسها ... ..
٩٢	الخامس : تنوع النجوم ... ..
١٠٧	السادس : المجرة ... ..
١٢٦	السابع : بعيدا في أعماق الفضاء ... ..
١٤٤	الثامن : الكون العظيم ... ..

## الذيول

١٦٥	الأول : دليل السماء ... ..
١٩٦	الثاني : العشرون نجما التي هي ألمع نجوم السماء في الظاهر ... ..
١٩٧	الثالث : السيارات ... ..
١٩٨	الرابع : حركة السيارات ... ..

## الدليل

٢٠٧	ملحقات المترجم
٢١١	قائمة بأسماء النجوم والسيارات باللغتين ... ..
٢١٢	قائمة بالحروف العربية المقابلة للحروف اليونانية والرومانية ... ..
٢١٢	قائمة المصطلحات ... ..

## الايضاحيات

أصل الحجرة ...	صدر الكتاب
لوحة ١	قبة السماء الدوارة ... أمام صفحة ٢
لوحة ٢	فرساوس وأندروميده ... » » ٣
لوحة ٣	الجبار والكوابل المتناحمة له ... » » ١٢
لوحة ٤	الدب الأصفر والنجم القطبي ... » » ١٣
لوحة ٥	كرة نارية وسديم ... » » ٢٠
لوحة ٦	اكتشاف بلوتو ... » » ٢١
لوحة ٧	القمر ...
لوحة ٨	القمر (الربع الثالث) ...
لوحة ٩	القمر (الربع الأول) ...
لوحة ١٠	تفاصيل قرية • المنطقة التي حول كوبرنيك ... بين صفحتي ٣٣ و ٣٢
لوحة ١١	تفاصيل قرية • بحر الأمطار الخ ...
لوحة ١٢	فوهات وتكوينات بركانية ...
	(من « القمر » لتاسميت وكارنيتر باذن من المسترجون مرى)
لوحة ١٣	الشمس مصورة في ضوء الكليسيوم ...
لوحة ١٤	تنوعات شمسية ...
لوحة ١٥	تنوع آكل النمل ... بين صفحتي ٤١ و ٤٠
لوحة ١٦	جزء صغير من سطح الشمس مصور في ضوء الايدروجين ...
لوحة ١٧	الشمس مصورة في ضوء الايدروجين ...
لوحة ١٨	الفعل الملقى ...
لوحة ١٩	الشمس والسيارات مرسومة بمقياس واحد ... أمام صفحة ٥٤
لوحة ٢٠	الزهرة والمريخ ... » » ٥٥
لوحة ٢١	زحل ... » » ٦٦
لوحة ٢٢	المشتري ... » » ٦٧
لوحة ٢٣	مذنب هالي ... » » ٨٠



٦٩	أمام صفحة	٢٤	مذنب بروك
٧٠	»	٢٥	شهاب متفجر
٧١	»	٢٦	الهالة الشمسية
٨٦	»	٢٧	السديم الأعظم في الجبار
٨٧	»	٢٨	جزء من كوكبة الجبار
١١٠	»	٢٩	الحجرة - ١
١١١	»	٣٠	التسديم في الجبار
١١٢	»	٣١	السحابة المجلية الصغرى
١١٣	»	٣٢	الجمع الكرى م ١٣ في الجاني
١٢٢	»	٣٣	الحجرة - ٢
١٢٣	»	٣٤	الحجرة في الراعي
		٣٥	التسديم في الدجاجة
بين صفحتي		٣٦	السديم الأعظم م ٣١ في المرأة المسلسلة
١٢٩ و ١٢٨		٣٧	الحرف الخارج للسديم الأعظم م ٣١ في المرأة المسلسلة
		٣٨	السديم م ٣٣ في المثلث
		٣٩	السديم م ٨١ في الدب الأكبر
بين صفحتي		٤٠	جمع من السدائم في ذات الشعر
١٣٣ و ١٣٢		٤١	أقصى أعماق القضاء
		٤٢	المنطقة الوسطى للسديم الأعظم م ٣١ في المرأة المسلسلة
		٤٣	السديم م ٥١ في كلاب الصيد
بين صفحتي		٤٤	تتابع سديمي - ١
١٣٥ و ١٣٤		٤٥	تتابع سديمي - ٢
		٤٦	تتابع سديمي - ٣
في آخر الكتاب			انخریطتان الانجليزيةتان الأصيلتان
			انخریطة العربية المضادة (بعصورتها)



استدراك — تفضل بتصحيح ما يلي ثم افصل لهذه الوريقة :

صفحة	سطر	خطاً	صوابه
٩	٨	الآتية :	السالفة ،
٢٣	١٠	الحلال	الحلال
٤١	٤	الجليد	الجمد
٥٥	٢٠	صعبة	سهلة
١١٢	تحت لوحة ٣١	المجلانية	المجلية
١٣٤	» ٠ « ٤٣	كتاب	كلاب
١٦١	١٣	العالم	الكون
١٦٥	ضع أعلى صفحات الذيل الأول "دليل الساء" بدلاً من "الكون العظيم"		
١٧٢	١٤	قيطس	قيفاوس
١٨٧	١٢	٧٥	٧٠
١٩٠	١٧	ألف الحوت	ألف الحوت الجنوبي
٢٠٧	أحرف A	ذو العناق	ذو العنان



# الفصل الأول

## القبلة السماوية

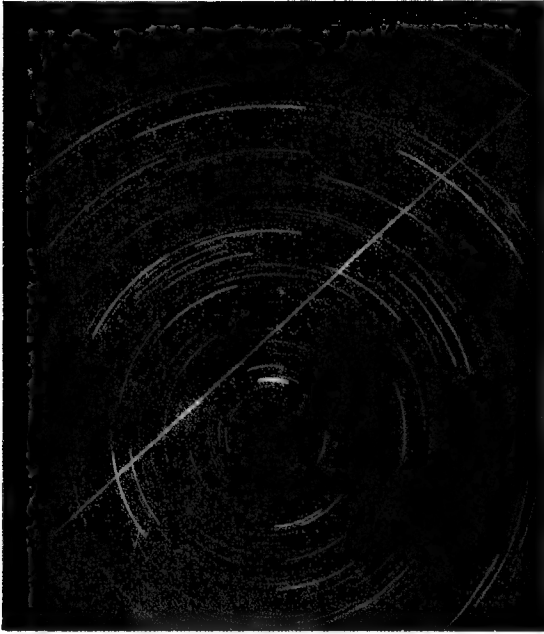
نحن سكان الأرض نتمتع بنعمة قلما نفكر فيها بل نكاد نأخذها كما نأخذ الهواء الذى نعيش فيه : قضية مسالمة . أريد بتلك النعمة كوننا نعيش فى جو شفاف ، فبعض السيارات الأخرى كالزهرة والمشتري لها أجواء مثقلة بالسحب الى حد يجعلها معتمة تماما . فلو أننا ولدنا على سطح الزهرة أو المشتري لقضينا حياتنا دون أن نبصر من خلال السحب شيئا ، وأذن لما علمنا شيئا عما يتجلى فى السماء ليلا من جمال وشعر ، ولا عن السورة الفكرية والنشوة التى تكون عند محاولتنا الكشف عن معنى ذلك المنظر المتراعى : منظر الأنوار المنتشرة حولنا فى جميع جهات الفضاء .

ولا بأس فى أن نقرب من موضوعنا بأن نتصور أن أرضنا كانت هى الأخرى مغطاة حتى ليلتنا هذه بغطاء معتم من السحب ، وأن هذا الغطاء قد رفع عنها بفاة ، عندئذ نبصر ليرة الأولى سماء الليل بجلالها وغموض سرها . وأول ما يتبادر الى ذهننا عندئذ على الراجح أن النجوم نوع من المصابيح أو الفوانيس المضيئة معلق فوق رؤوسنا على بعد ربما كان بضعة أميال بل بضع ياردات كما تعلق الأنوار فى سقف خيمة واسعة أو بهو كبير وهذا هو الذى ظنه أجدادنا الأقدمون لما لاح بفر الذكاء الانسانى وترك الناس أفكارهم تغطى أول مرة حدود الأرض التى كانوا يقضون أيامهم فوقها .

ولا نلبث طويلا بعد أن رفع ذلك الغطاء من السحاب حتى نلاحظ أن هذا الجمع الحاشد من الأنوار ليس جامدا ثابتا في مكانه فوق رؤوسنا . وخير وسيلة لاستكشاف كيفية حركته أن نعترض للسماء لوحا فتغرافيا وندع كل ضوء من الأضواء يسجل حركته عليه . واللوح الذي ترى صورته في لوحة (١) ظل معترضا مدة ساعتين وربع وكل خط منحني فيه يمثل مسار نجم واحد ونرى يجزئ النظر إليه أن النجوم تسير في مسارات دائرية . وقليل من الملاحظة يكشف لنا أن صفوف الأنوار جميعها تبدو كأنها تدور كتلة واحدة مرة في كل أربع وعشرين ساعة ، فكأنما تلك الأنوار قد ثبتت في قشرة مجوفة عظيمة تدور فوق رؤوسنا كما تدور قبة المرقب فوق المرقب ، وهذا أيضا ما ظنه الانسان الأولى بل ما ظنه الانسان المتمدن — إلا قليلا — إلى ما قبل ٣٠٠ سنة عند ما بدأت استكشافات غاليليو تكشف للناس عن حقيقة تركيب الكون .

### الأرض الدوارة

على أننا نحن أهل هذا العصر ولو لم نكن رأينا السماء قط قبل ليلتنا هذه لا بد مدركون أن النجوم لا تتحرك حقيقة بهذه الكيفية . فان هناك تجارب يمكن إجرائها على سطح الأرض من غير أن ننظر الى السماء أبدا تبرهن برهانا قاطعا على أن الأرض تدور في الفضاء دورة كاملة في كل أربع وعشرين ساعة ، وذلك دليل على أن الأرض هي التي تدور لا السماء . فحركة النجوم فوق رؤوسنا إن هي إلا وهم كمثل حركة البقر والأشجار والمباني تتم بسرعة بنافذة القطار الذي نكون فيه .



### قبة السماء الدوارة

كل خط منحني بين المسار الظاهري لنجم واحد في خلال  $2\frac{1}{4}$  ساعة ، والخط المستقيم عبر اللوحة  
أثر نيزك أحدثه نيزك (صفحة ٧١) اتفق أن اندفع مخترقاً جق الأرض أثناء تعريض اللوحة .





وهذه التجارب على نوعين فلندرسهما واحدا بعد الآخر :

معظم السفن يستعان في توجيهها بآلة تعرف "بالبوصلة المغنطيسية" فيها يُحمل مغنطيس صغير بكيفية تمكنه من الدوران في أى اتجاه . فمغنطيس الأرض يجذبه فيسـدور حتى يتجه نحو الشمال وبذلك يمكن الملاح بعد إذ عرف اتجاه الشمال أن يوجه السفينة تبعاً له . لكن الغواصات وبعض السفن الحديثة الأخرى يهتدى في توجيهها بآلة تعرف "بالبوصلة الجيروسكوبية" تعمل طبقاً لقاعدة مغايرة للأولى تماماً . فيها تستخدم نحلة دّزارة<sup>(١)</sup> مناسبة الحجم مثبت طرفا المحور الذى تدور حوله في إطار وهذا بدوره محمول على محاور تمكنه من الدوران في أى اتجاه . فيوجه محور النحلة — والسفينة لا تزال في المرفأ — نحو الشمال ثم تُدر النحلة وتعمل على الاستمرار في الدوران بواسطة عدد كهر بائية كالتى تستخدم في ادارة المروحة الكهربية العادية ومهما دارت السفينة في أى اتجاه فمحور النحلة الدّزارة يظل على الدوام متجهاً نحو الشمال . والسبب في ذلك بسيط هو أنه ليس هناك مؤثر يجعل النحلة على تغيير اتجاه درورها ، وهنا يستطيع الملاح توجيه السفينة بالرجوع الى هذا الاتجاه الثابت . فإذا دارت السفينة في الضباب دورة كاملة بدت البوصلة داخل السفينة كأنها تدور وهذا ينم في الحال عن أن السفينة قد دارت . يمثل ذلك يستدل على دوران الغواصة إذا دارت تحت ماء البحر وبنفس هذه الطريقة تكشف البوصلة الجيروسكوبية على اليابس عن دوران الأرض يومياً في الفضاء .

(١) أدر المنزل أداره شديداً فدّر درورا فهو درار (Spinning) .

ويمكن أيضا الاستدلال على دوران الأرض بآلة أبسط من السابقة تسمى بندول فوكو . حاول تعليق جسم ثقيل بخيط طويل من سقف مرتفع ثم اجعله يتذبذب كبندول ساعة الحائط فهذا البندول المبتر يظل يتذبذب في الفضاء في الاتجاه عينه لنفس السبب البسيط السابق وهو أن ليس هنالك مؤثر يغير اتجاهه . لكلك ستجد أنه لن يستمر في التذبذب في نفس الاتجاه في الغرفة التي علق فيها بل يبدو لك اتجاه تذبذبه كأنه يدور في الغرفة، وسبب ذلك أن الغرفة نفسها دائبة الدوران في الفضاء . وإذا درسنا حركة البندول هذه بعناية تبين لنا أن الأرض تتم دورة واحدة في كل أربع وعشرين ساعة ، ففي كثير من المتاحف العلمية والمعامل نجد بندولا طويلا يتذبذب وهو معلق من السقف ، وإذا راقبته وقتا كافيا تستطيع أن ترى بلاط البناء يدور تحت البندول ، ونحن والأرض جميعها ندور معه . كذلك حين نرقب الحركة الظاهرة للنجوم فوق رؤوسنا : ما نراه في الواقع هو أنفسنا والأرض كلها تدور تحت قبة السماء . فنحن كالأطفال على الأرجوحة اللطيفة في سوق قرية : يخيل اليهم أن السوق تدور كلها والحقيقة أنهم هم الذين يدورون فيها .

فلو أننا كنا اليوم نبصر النجوم أول مرة لكان من المحتمل المعقول أن نظنها على بعد بضعة ياردات أو ربما على بضعة أميال فوق رؤوسنا . لكن سرعان ما كنا نجد أن لا سفر على سطح الأرض مهما بعدت شقته بمغير اتجاه النجوم في الفضاء، وما هو بمغيره في الواقع لو أن الأرض كانت أكبر مما هي

عليه الآن مئات المرات بحيث كنا نستطيع أن نسير ملايين الأميال من قطب الى قطب ، وكان تحت تصرفنا كذلك أقوى ما عرفه للآن من المراقب : وهذا يبين هول المسافات بين النجوم اذا قيست بالمسافات الأرضية ، فوطننا في الفضاء ، ذلك الموطن الذى يبدو كرة هائلة حين نساير فوقه ، ليس إلا هباءة دقيقة في الفضاء الفلكي الهائل .

### أقرب جيراننا — القمر

اذا سافرنا على سطح الأرض سفرة أعقبها تغير محسوس في اتجاه أى جرم في الفضاء استطعنا أن نجزم بأن هذا الجرم الذى نحن بصدده أقرب إلينا من النجوم . فمثلا ليس فى وسع أى مرصدين فى جزأين مختلفتين من سطح الأرض بكونيتش ومدينة الرأس أن يكشفوا عن فروق ما فى اتجاهات النجوم لكنهما بلا شك يبصران القمر فى اتجاهين مختلفين اختلافا قليلا فى الفضاء وهذا يدل على أن القمر أقرب إلينا من النجوم ويجعل أيضا فى وسعنا تقدير بعد القمر عن الأرض بواسطة عملية شبيهة بالعملية التى تستخدم فى المساحة العادية أو فى تقدير مدى القذف وقت الحرب . فكما أنه لا حاجة بنا الى أن نصعد الى قمة جبل لنكتشف عن مقدار ارتفاعه ولا أن نذهب الى مواقع العدو لى نقدّر بعدها عنا ، كذلك لا حاجة بنا الى أن نذهب الى القمر كي نقدّر بعده عن الأرض . فبمثل طريقة المساح هذه أو طريقة " تعيين المدى " نتيين أن بعد القمر عن الأرض يبلغ نحو ٢٣٩.٠٠٠ ميل ، وأن بعده يظل على الدوام ثابتا لأقرب آلاف قليلة من الأميال . على أن قليلا من الملاحظة

يبين أن القمر ليس ساكنا في مكانه . إن بعده من الأرض يظل ثابتا في حين أن اتجاهه يتغير على الدوام . ونحن نجد أنه يسير حول الأرض في دائرة — أو ما يقرب من الدائرة — فيطوف حولها مرة في الشهر أو بالأحرى مرة في كل  $27\frac{1}{4}$  من الأيام . وهو أقرب جارا لنا في الفضاء، تربطه بالأرض قوة الجاذبية كما تربطنا بها . وسنعود الى الجاذبية فيما بعد (صفحة ٧٣) .

والقمر يبدو أكبر الأجرام في السماء غير الشمس والحقيقة أنه من أصغرها وإنما يبدو كبيرا لقربه منا فإن قطره لا يتجاوز ٢١٦٠ ميلا، أى أنه أكبر قليلا من ربع قطر الأرض . وفي كل شهر مرة، أو بالأدق في كل  $29\frac{1}{4}$  من الأيام، يبدو قرصه كله منيرا وعندئذ نسميه بدرا كاملا . وفيما عدا ذلك لا يبدو منه منيرا إلا جزء فقط، ونجد على الدوام أن هذا الجزء هو الذى يقابل الشمس، وأن الجزء الذى يداورها يبدو مظلما . وفي استطاعة المصورين غالبا أن يجعلوا صورهم أكثر إقناعا إذا تذكروا أنه لا ينير من القمر إلا الأجزاء التى تضيئها الشمس، وهذا يدل على أن القمر لا يبعث من نفسه نورا وإنما يعكس ضوء الشمس كأنه مرآة عظيمة معلقة في السماء .

على أن الجزء المظلم من سطح القمر ليس حالك السواد فإن فيه عادة قدرا من الضوء يكفى لتمكيننا من تبيين حدوده تبينا يجعلنا نتحدث عن رؤية ” القمر القديم بين ذراعى القمر الجديد “ . والضوء الذى نرى به القمر القديم لا يصل اليه من الشمس ولكن من الأرض . فنحن نعلم حق العلم كيف أن البحر أو الجليد بل والطريق المبلل يعكس سطحه ضوء

الشمس الى وجوهنا فيضايقنا . كذلك سطح الأرض كلها يعكس من ضوء الشمس الى وجه القمر ما يكفي لتمكيننا من رؤية أجزائه التي لولا هذا الضوء لكانت مظلمة .

ولو كان هناك على القمر سكان لرأوا أرضنا تعكس ضوء الشمس كأنها أيضا مرآة عظيمة معلقة في السماء ، واذن لتحذثوا عن نور الأرض كما نتحدث نحن عن نور القمر — وما "القمر القديم بين ذراعى القمر الجديد" إلا ذلك الجزء المليل<sup>(١)</sup> من سطح القمر قد أضىء بنور الأرض — ولكان سكان القمر قياسا على ذلك يرون أحيانا جزءا من أرضنا في ضوء الشمس الكامل ويرون الجزء الباقي في نور القمر وحده، ولعلمهم كانوا يسمون ذلك "الأرض القديمة بين ذراعى الأرض الجديدة" .

### الشمس

إن من السهل قياس بعد القمر عن الأرض لأنه منها دان قريب . أما قياس بعد الشمس فأقل كثيرا من هذا في السهولة لأن الشمس أبعد كثيرا عن الأرض من القمر . فالطرق التي نستخدمها لايجاد بعد القمر لا تنجح كثيرا مع الشمس ، وهناك طرق شبيهة بها بعض الشبه تدلنا على أن بعد الشمس يقل قليلا عن ٩٣,٠٠٠,٠٠٠ من الأميال — وربما كان حوالى ٩٢,٩٠٠,٠٠٠ من الأميال ، وبذا يكون بعد الشمس قدر بعد القمر ٤٠٠ مرة تقريبا وهذا يفسر كون بعدها أضعف في القياس .

(١) أى الذى يكون الوقت فيه ليلا .

ومع ذلك فالشمس والقمر يبدوان في السماء متساويي الحجم تقريبا ، ويحدث من وقت الى آخر ما يعرف ”بكسوف“ الشمس فيقع القمر أمام الشمس بالضبط وعندئذ نراه يكاد يغطيها تماما . وتفسير ذلك بالطبع أن الشمس ليست فقط على بعد قدر بعد القمر حوالى ٤٠٠ مرة ، ولكنها كذلك قدره في الكبر حوالى ٤٠٠ مرة . فقطرها قدر قطره حوالى ٤٠٠ مرة أو قدر قطر الأرض حوالى ١٠٩ من المرات أى حوالى ٨٦٤٠٠٠ من الأميال . ومعنى هذا بداهة أن الشمس أكبر من الأرض بقدر ١٠٩ من المرات في كل اتجاه — في الطول والعرض والارتفاع — وعلى ذلك فلا أقل من ١,٣٠٠,٠٠٠ أرض يمكن أن يزج بها في الشمس .

### أبعاد النجوم

الطريقة التي وصفتها فيما مر تنبئنا عن بعدى الشمس والقمر لكنها تفشل فشلا تاما اذا جربت على النجوم . فسرعان ما نجد أن علينا أن نساfer سفرا أبعد كثيرا من بعد ما بين جرينتش ومدينة الرأس قبل أن نكشف أى تغيير في اتجاهات النجوم . ومن حسن الحظ أن الفطرة نفسها تهين لنا هذا السفر وتحمينا تلك المسافات مجانا ، فالأرض تسير بنا حول الشمس فتم الدورة الكاملة مرة في كل عام وبذلك نكون في كل لحظة من اللحظات في الجانب الآخر من الشمس المقابل بالضبط للوضع الذي كنا فيه قبل هذه اللحظة بستة أشهر ، وعلى ذلك نكون على بعد ١٨٦,٠٠٠,٠٠٠ ميل من ذلك الموضع .

وهذه السياحة البالغة ١٨٦,٠٠٠,٠٠٠ من الأميال هي من الطول بحيث إننا بعد إتمامها نصل أخيرا الى أن نرى النجوم في اتجاهات في الفضاء تختلف اختلافا طفيفا عما كانت عليه قبل السياحة، وإن كنا حتى في هذه الحالة نحتاج الى آلات غاية في الدقة لقياس هذا التغير في الاتجاه، وباستخدام طريقة المساحين مرة أخرى، ولكن على مقياس متناه في العظم بالنسبة لمقياسهم، نستطيع أن نحسب أبعاد النجوم من مقدار التغير الذي يحدث في اتجاهها أثناء تحركنا باستمرار مسافة ١٨٦ مليونا من الأميال.

ويمكن قياس أبعاد أقرب النجوم بشئ من الدقة بالطريقة الآتية :  
هناك في أقاصي النصف الجنوبي للكرة السماوية نجم غامض يعرف بالأقرب<sup>(١)</sup> القنطوري تبين أنه أقرب النجوم جميعا إلينا ويبعد عنا بمقدار ٢٥ مليون مليون ميل. أي أن بعد أقرب النجوم إلينا قدر بعد الشمس عنا ٢٧,٠٠٠ مرة وعلى الرغم من أن هذا النجم أقرب النجوم المعروفة فإنه لم يكشف عنه إلا حديثاً جداً نظراً لقلّة الضوء الذي يبعثه ولذا فمن المحتمل جداً أن يكشف في أي وقت عن نجوم أقرب ولكن أخفى منه. وإذا استثنينا الشمس والقمر وبعض السيارات (راجع صفحة ٥٧، ٥٩) فإن ألمع جرم في السماء كلها هو الشعرى الإيمانية<sup>(٢)</sup>. وقد وجد أن بعدها عنا ٥١ مليون مليون

(١) أي أقرب نجم إلينا. وتجدر أهمية أسماء النجوم مشروحة في صفحة (١٤) كما تجد طريقة

التعرف على النجوم في السماء في صفحة (١٦٥). (٢) أي الذي في كوكبة قنطورس.

(٣) وتسمى أيضا الشعرى القبور.

ميل، فأنت ترى أن بعدها عنا ضعف بعد الأقرب القنطوري، ومع ذلك فإن مقدار الضوء الذي يصل إلينا منها قدر الذي يصل إلينا منه ٧٠ ألف مرة. وهناك خمسة نجوم أخرى غير الأقرب القنطوري نعرف أنها أقرب إلى الأرض من الشعرى اليمانية، ولما كانت كلها على رغم قربها تبتدو أخفى من الشعرى اليمانية فلا بد أن تكون كلها أضعف نورا في ذاتها من الشعرى اليمانية .

### كتاب السماء المصوّر

إننا حتى مع فرض أننا نشاهد النجوم الليلة أوّل مرة لا بد أن سنلاحظ أنها شيء أكبر من مجرّد نقط ضوئية تجتمع بالمصادفة، فإن في ترتيبها من النظام والإحكام فوق ما كان ينتظر وجوده لو أن بقعا ضوئية نيرة وأخرى غير نيرة نثرت على وجه السماء كيفما اتفق كأنما هي ملح نثر من ثقب مملحة عظيمة . ثم لا بد أن نكتشف بعد أن نشاهد السماء ليالي قليلة أن هذا الترتيب المنظم يظل ثابتا ليلة بعد أخرى، وتبدأ المجاميع الواحدة من النيرات (النجوم اللامعة) وقد رأيناها ليلة بعد ليلة توحى إلى خيالنا حدود أجسام مألوفة تساعدنا في تذكر ترتيبها على وجه السماء، فمن السهل اكتشاف خطوط من النجوم في السماء ومثلثات ومربعات وحروف من أحرف الهجاء وأعداد مثل ٤ و ٧ ، وقد رأى أسلافنا بنحائهم الصافي صورا في السماء كالخمرات والذب والكربى والحية وبهذه الطريقة انقسمت النجوم إلى "كوكبات" أو مجاميع من نجوم متصاحبة .



ولا يزال بعض هذه المجاميع يحمل أسماء أشياء عادية، لكن عددا أكثر من ذلك بكثير يحمل أسماء أبطال اليونان الخرافيين أو أشياء واردة في القصص اليونانية، ونجد في بعض الحالات مجموعة من كوكبات متعددة متقاربة تمثل قصة تمثيلا ما بالرسم، فكان السماء قد استخدمت ككتاب صور خالد توضح قصة بعد أخرى من القصص الخرافية العتيقة تبعا لدوران الأرض من تحتها. فمثلا هناك ست كوكبات متقاربة في السماء هي : قيفاوس (أو الملتهب) وكسيوبيا (أو ذات الكرسي) وأندروميده (أو المرأة المسلسلة) وفرساوس (أو حامل رأس الغول) وبيجاسوس (أو الفرس الأعظم) وقيطس (الوحش البحري أو الحوت الكبير) توضح كلها قصة فرساوس وأندروميده (أنظر اللوحة ٢ المقابلة لصفحة ٣) وإذا استعنا بوصف لإراتس السولى وهو شاعر يونانى من نكرات شعراء القرن الثالث قبل الميلاد أمكننا تصوير المنظر للرائى على النحو الآتى :

أندروميده مشدودة من ذراعها الممدودتين بسلسلة الى صخرة فى البحر والداه قيفاوس وكسيوبيا ينظران اليها من قرب دون أن يسمح لهما بمساعدتها فقيفاوس نفسه قد شدّ ابنته بسلسلة الى الصخر لكي يهدئ من الآلهة الغضاب فى حين أن كسيوبيا التى كانت مباهاتها بجمال ابنتها سبب المتاعب كلها تظل جالسة فى كرسيها العظيم (المكوّن من نيرات على شكل W) . وبينما هما يرقبان ابنتهما عاجزين عن مساعدتها اذا بقيطس ، وهو وحش بحرى أرسله الآلهة أنفسهم، يقترب من أندروميده ليفترسها . عندئذ يظهر

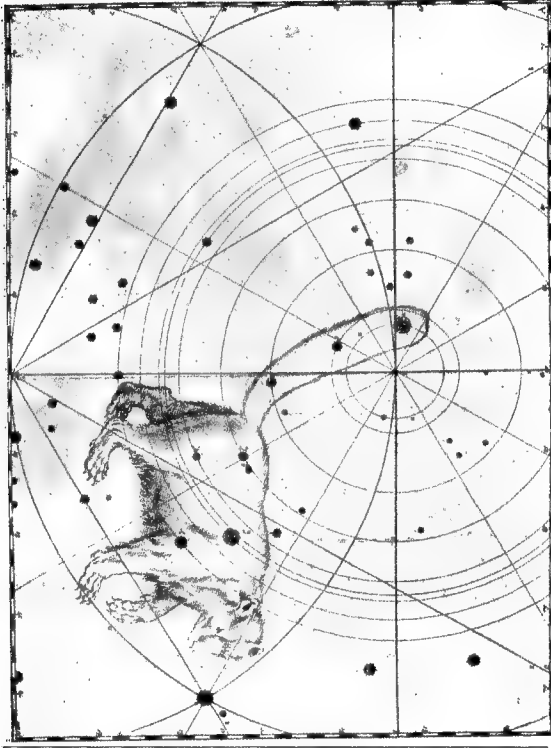
فرساوس بغاة ممطيا جواده الطائر بيجاسوس عقب قتله ميدوزا الجرجونية التي كانت نظراتها تحوّل كل شيء تقع عليه إلى حجر والتي كان لا يزال يحمل رأسها في يده . يترجل فرساوس عن جواده بسرعة عظيمة مثيرا بذلك سحابة من التراب (مجموعة من نجوم خفية جدًا) ثم يقُدّم رأس ميدوزا إلى الوحش قيطس فيمسخه حجرا ثم ينجي أندروميدة بقطعه سلاسلها . ويتقهقر جواده بيجاسوس في أثناء ذلك حتى يقع في مجموعة أخرى من الكوكبات تحمل كلها أسماء مائية من بينها ، عدا قيطس الوحش البحري ، أسماك أخرى — الحوت (أو السمك) والحوت الجنوبي (السمكة الجنوبية) — وكذلك ساكب الماء (أو الذلو) والنهر أيضا . ويقول أراتس إن ساكب الماء قد سبق له أن أمسك بيد بيجاسوس ليقبض عليه .

هذه المجموعة من الكوكبات نراها في السماء مساء في أواخر الخريف وعند ما تغيب في الغرب تظهر مجموعة أخرى كبيرة في الشرق وهي : — الجبار<sup>(٢)</sup> والكلب الأكبر والكلب الأصغر والأرنب ووحيد القرن<sup>(٣)</sup> (أو لكورن) والثور . فيها ترى الصياد الجبار متمنطقا بحزام يخطف البصر بريقه (ثلاثة نجوم لامعة على خط واحد) وحوله كلابه وحيوانات للقنص وهو يهز هراوة في يده متأهبا للقاء الثور المندفع نحوه بقرون قد خفضها للنطاح (أنظر لوحة ٣) .

---

(١) تسمى العرب النجم (أو المجموعة) الذي يطلع عند سقوط آخر (أو أخرى) رقيبته (أورقيها) . (٢) أو الجوزاء . (٣) (moroceros) سماه الفلكي باشا لكورن وهو حيوان ذو قرن واحد يسكن وسط أفريقيا والأفضل تسمية هذه المجموعة ووحيد القرن .





### الدب الأصغر والنجم القطبي

النجم القطبي هو النجم الالامع عند طرف ذيل الدب، والقطب الحقيقي لا يتطابق تمام الانطباق على هذا النجم وإنما يقع أسفل منه بقليل عند ملتقى الخطوط بالدائرة • وهو يتحرك بالتدريج على هذه الدائرة — وقد كان أمام أنف الدب قبل ٥٠٠٠ سنة (انظر صفحة ١٩)

ومجموعة أخرى عظيمة من الكوكبات يرى بعضهم أنها قد تمثل صورة من قصة الطوفان الداعية ، هذه المجموعة هي أرجو (السفينة) وإبامه والغراب والأرنب والشجاع (الحية المائية) والباطية (الكاس) . لكن هناك تفسير آخر محتمل ، فإن أرجو كان اسم السفينة التي قاد فيها البطل جاسون بحارته يبحثون سدى عن الجزة الذهبية . وعند اليونان قصة قديمة تقول إن أولئك لما عجزوا عن العثور على الجزة بعد محاولات كثيرة مخوفة بالأخطار أحالتهم الآلهة آتين كلهم إلى نجوم تتكون منها الآن كوكبة السفينة .

وبينا نرى معظم الكوكبات قد علفت بها خرافات وقصص موروثة فان واحدة منها على الأقل قد علفت بشخص تاريخي ، فقد اشتهرت بيرينيس زوجة بطليموس الثالث ملك مصر بجمال شعرها ، ولما اعترم زوجها أن يكون على رأس حملة خطيرة الى الشام نذرت لئن عاد سالما لتقصن شعرها وتودعه معبد أرسينو . وقد عاد فيما بعد وبرت الملكة بقسمها فقصت شعرها وسلمته للكاهن القائم على المعبد ولما كان ذلك قد حدث قبل أن يصير الشعر المقصوص بدع العصر (أو موضته) فان الملك غضب لحدوثه غضبا شديدا بجاء الكاهن الما كركى يسوى الأمور فأفهم الملك أن الشعر قد أودع بالفعل في السماء حيث يرى جماله الناس كلهم الى الأبد ، وأشار الى مجموعة من النجوم تبدو حقا شبيهة بالشعر الى حد ما وقد سميت من ذلك الحين بذات الشعور (شعر بيرينيس) . فاذا رغبت في أن ترى

جمال ضفائر شعر الملكة المصرية فما عليك إلا أن تنظر الى السماء في أى مساء في الربيع على بعد غير كبير من المحراث أو الدب الأكبر فتراها لا تزال هناك تبرق لم ينقص من بهائها شيء .

## أسماء النجوم

إذا أردنا أن نعرف مكان بيت في المدينة فأقول ما نسأل عنه اسم الشارع الذى يحتويه، كذلك إذا أردنا أن نعرف مكان نجم في السماء فأقول ما نسأل عنه اسم الكوكبة التى ينتسب إليها . وبينما نرى بعض البيوت في المدينة تعرف برقم وباسم شارع فقط — شارع الملك رقم ٢٧ مثلا — فان بعض البيوت البارزة قد يكون لها أسماء خاصة بها . كذلك الحال في النجوم، فألمعها وأعرفها للناس لها أسماء خاصة — كالشعرى اليمانية والسماك الراح والعيوق والنسر الواقع وهلم جرا — في حين أن الأخرى لا تعرف إلا برقم واسم كوكبة مثل ٢٧ الكلب الأكبر . لكن الفلكيين قبل أن يؤذوا النجوم بحقارة الأرقام المحزونة يستنفدون كل الحروف الهجائية اليونانية : ألفا  $\alpha$  ( أو الألف أ ) وبيتا  $\beta$  ( أو الباء ب ) وجاما  $\gamma$  ( أو الجيم ح ) ودلتا  $\delta$  ( أو الدال د ) الخ بحيث أن النجم الرئيسى في كوكبة ما وهو عادة ألمع نجومها يوصف بأنه ألف ( أ ) تلك الكوكبة ، والثانى وهو عادة النجم التالى في اللعان يوصف بأنه باء الكوكبة والثالث جيمها وهلم جرا فمثلا يمكن تعيين ألمع نجوم السماء كلها إما باسمه الخاص وهو الشعرى اليمانية Sirius ( ومعناه التلائق ) أو بما يصح أن نسميه عنوانها

الكوكبي وهو ١ الكلب الأكبر دلالة على أنه ألمع نجوم كوكبة الكلب الأكبر، ولهذا السبب تعرف الشعرى اليمانية بالنجم الكلبى .

وأضعف نجوم السماء ضوءا ليس لها ولا عنوان كوكبى ، ولتعيينها يجب أن نذكر موضعها من السماء بالضبط أو على الأقل رقعها فى أحد كاتولوجات النجوم فمثلا ٣٥٩ ولف معناه النجم رقم ٣٥٩ فى كاتولوج الفلكى ولف .

وفى آخر الكتاب فى ذيل ٣ صفحة ( ١٩٦ ) قائمة بالعشرين نجما التى تبدو فى السماء كلها ألمع من سواها ويجانب كل منها عنوانه الكوكبى .

### القطبية أو النجم القطبى

انظر الى السماء وتأمل الجزء العلوى من نصفها الشمالى فى ليلة صافية تجد أربعة نجوم على شىء من اللعان تكون شكلا مستطيلا قد انزوى أحد أركانه الى داخله قليلا . من هنا الركن يخرج خط منحرف قليلا مكون من ثلاثة نجوم وآخر هذه النجوم الثلاثة " هو النجم القطبى أو القطبية " الذى تبدو القبة السماوية كأنها تدور كلها حوله . هذه النجوم السبعة هى ونجوم أخرى أخفى منها لاحتصر لها تكون الدب الأصغر <sup>(١)</sup> : المستطيل جسم الدب <sup>(٢)</sup> والنجوم الثلاثة ذيله <sup>(٣)</sup> والنجم القطبى (أو القطبية) فى طرف هذا الذيل (أنظر لوحة ٤) فكأنما هذا الدب الأصغر التعس قد ربط من طرف ذيله وأدير

(١) كانت تسميها العرب بنات نعش الصغرى . (٢) تسميه العرب النعش .

(٣) تسميها العرب البنات .

في السماء من الشرق الى الغرب . وفي الحق ان السماء كلها تتحرك كما لو كانت مركبة على ذيل الدب الأصغر وهي تدور حوله بحيث تم الدورة مرة في كل أربع وعشرين ساعة .

وقد تجمعت حول القطبية والدب الأصغر كل الكوكبات التي نعرفها أكثر من غيرها وهي الدب الأكبر وذات الكرسي وفسوس والزرافة والتنين ( أنظر خرائط النجوم في آخر الكتاب ) ، وهذه كلها مألوفة لأنها لا تغرب أبدا فهي بمراى منا في كل وقت من أوقات الليل وفي كل فصل من فصول السنة<sup>(١)</sup> . وأبعد عن القطبية من هذه الكوكبات كوكبات أخرى لا ترى دائما مثل الجبار والكلب الأكبر والشجاع والأسد والجاثي والحية (أو الأفعى) والعقاب (النسر) والدجاجة (البجعة) والجدي (المعزى) والفرس الأعظم ، وهذه كلها تطلع في الشرق في أوقات معينة وتخترق السماء حتى تغيب في الغرب ، ثم تختفى عن الأنظار حتى تطلع في الليلة التالية ( أنظر الخرائط الانجليزية والعربية ) . ثم أبعد من هذه الكوكبات عن القطبية كوكبات أخرى لانزاهنا نحن هنا أبدا إلا اذا سافرنا الى البلاد الجنوبية ومن أمثلتها<sup>(٢)</sup> الصليب الجنوبي وقنطورس والسفينة والساعة ( ذات البندول ) والمنضدة (أو المائدة)<sup>(٣)</sup> .

- (١) هذا في إنجلترا أما في مصر فهذا لا ينطبق إلا على النتين والدب الأصغر أما البقية فلا ترى كلها دائما بل معظمها . (٢) في إنجلترا . (٣) كل الكواكب الآتية يمكن رؤية بعض أجزائها بمصر ما عدا الأخيرة وهي المنضدة (أو المائدة) فلا ترى أبدا . (٤) سماها الفلكي باشا لاتابل والأولى تسميتها المنضدة (أو المائدة) .



## طواف القطب

إذا طال تأملنا في السماء تبين لنا أن منظر الكوكبات يتوالى كما هو بدون تغير، لا ليلة بعد أخرى فحسب ولكن من سنة إلى أخرى بل من جيل إلى جيل . وحقا إنه ليتبين من خرائط النجوم العتيقة أن ترتيب الكوكبات يكاد يكون في مظهره لنا كما كان لقديماء المصريين والصينيين والكلميين منذ خمسة آلاف سنة حينما شرعوا يدرسون وجه السماء للمرة الأولى .

ومع ذلك فهناك ناحية مهمة تظهر لنا السماء مختلفة فيها جد الاختلاف عما كانت تظهر لهم ، فنحن الآن نراها تدور ليلة بعد ليلة حول طرف ذنب الدب الأصغر لكن الفلكيين منذ ٥٠٠ سنة كانوا يرون السماء نفسها وهذه الكوكبات ذاتها تدور كلها حول نجم الثعبان أو ألف التنين وهو نيز في كوكبة التنين واقع عند منتصف ذيله . وهو أيضا واقع كقرصة موضوعة أمام أنف الدب الأصغر ( أنظر لوحة ٤ المقابلة لصفحة ١٣ ) .

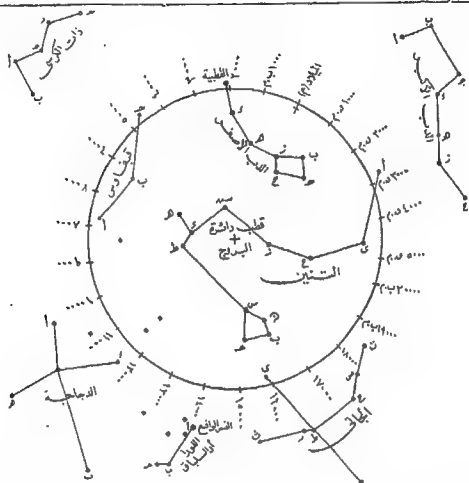
وقد يبدو أول وهلة أن طواف قطب السماء على هذه الصورة سرغاية في الغموض لكن هناك تفسير لتلك الظاهرة في غاية البساطة ، قبة السماء تبدو كأنها تدور على القطبية لأن الأرض تدور حول محور متجه نحو القطب الشمالى ، والأرض يمكن اعتبارها — من جميع الوجوه — نحلة دزارة هائلة معلقة في الفضاء ، وقد رأينا عند ما تكلمنا عن ” البوصلة الجير وسكوية ” كيف أن محور النحلة الدزارة يتجه دائما في اتجاه ثابت في الفضاء إلا إذا طرأ ما يعمل على تغيير اتجاهه . فإذا كان اتجاه محور الأرض في الفضاء يتغير على

الدوام فلا بد أن يكون هناك طارئ يعمل دائماً على إحداث ذلك التغير ونحن الآن نعرف ما هو هذا الطارئ .

سترى فيما يلي ( صفحة ٧٧ ) كيف أن الأرض واقعة في قبضة جذب الشمس القوية وأنها تدور حول الشمس من أجل ذلك مرة في السنة ، ولو كانت الأرض في شكلها كاملة التكوّر لاقتصر أثر قبضة جذب الشمس فيها على منعها من الانفلات منطلقة في الفضاء . لكن الأرض كما هي ليست تامة التكوّر فهي أقرب إلى شكل البرتقالة منبعجة قليلاً عند خط الاستواء . وجذب الشمس هذا الجزء المنبعج يغير اتجاه محور الأرض في الفضاء ببطء ولكن باستمرار . ونتيجة ذلك أن قطب السماء — المنطقة من السماء التي يشير نحوها محور الأرض — يدور في السماء في دائرة يحتاج لاتمامها إلى ٢٥٨٠٠ سنة ، وتعرف هذه الظاهرة بمبادرة الاعتدالين .

وليس هذا كل ما في الأمر فالقمر أيضاً يجذب الأرض إليه جذبا ينشأ عنه ترنح صغير سريع يعرف ”بتمايل محور الأرض“ — يضاف إلى الحركة الأكثر اتساعاً وجلالاً المتسببة عن جذب الشمس .

هذه الحركات هي السبب في أن محور الأرض كان فيما مضى يتجه في اتجاه مخالف لاتجاهه اليوم ، فأجدادنا منذ ٥٠٠٠ سنة كانوا يرون السماء تدور حول نقطة في كوكبة الثنين وسيروا أحفادنا بعد ٥٠٠٠ سنة أن السماء للسبب نفسه تدور حول نقطة في كوكبة قيفاوس . وبين شكل (١) طواف القطب — أي قطب محور دوران الأرض .



شكل (١) طواف القطب — يبين هذا الشكل مواضع القطب في تواريخ مختلفة ومنه يظهر أن القطب حتى منذ ٣٠٠ سنة كان أقرب بنحو ١٧° إلى الجنوب مما هو عليه الآن ولذلك كان الأوروبيون يستطيعون رؤية بعض أجزاء من السماء الجنوبية لا يمكنهم رؤيتها الآن وهذا يفسر لنا كيف أن كثيرا من الكويكبات الجنوبية لها أسماء يونانية ولاتينية .

ومع ذلك فترتيب النجوم في السماء بوجه عام كان منذ خمسة آلاف سنة كما هو الآن وسيظل كما هو بعد وقتنا هذا بخمسة آلاف سنة ، لم تتغير النجوم البعيدة وإنما تغيرت الأرض الصغيرة التي نحن عليها ، لكن على الرغم من أن آلاف السنين لا تحدث تغييرا محسوسا في ترتيب النجوم في السماء بوجه عام فإن بعضا من أضواء النقط في السماء كلها تتغير أوضاعه بسرعة بينة ، وهذه تسمى بالسيارات طبقا لما يدل عليه اسمها الأصلي اليوناني الذي معناه

”الطوافات“. فالسيارات هي بدو السماء : ليس لها عنوان كوكبي كما ان أهل الرحال ليس لهم عنوان بريدى . وأنى لم ذلك وهم كل يوم فى انتقال .

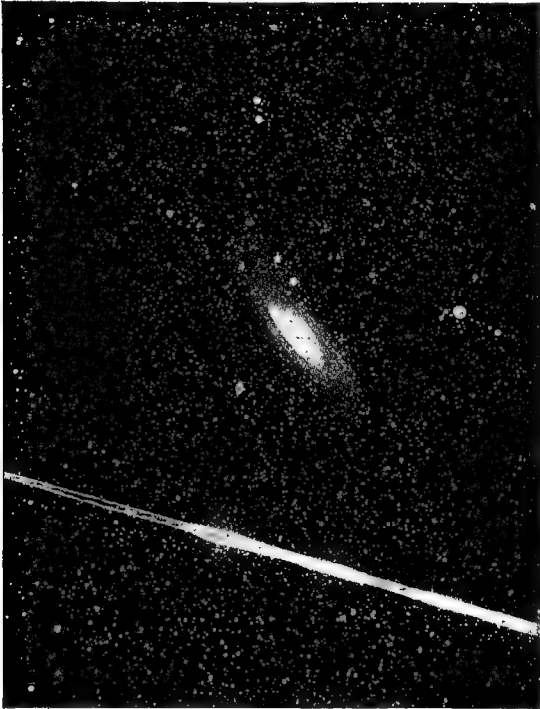
### السيارات

خمسة من السيارات كان يعرفها القدماء — عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل . ولا شك فى أنهم كانوا يجهلون أن الأرض سيار سادس . هذا وقد اكتشف فى الأزمنة الحديثة ثلاثة سيارات أخفى كثيرا من السابقة هى أورانوس وقد اكتشف سنة ١٧٨١ ، ونبتون سنة ١٨٤٦ ، وبلوتو سنة ١٩٣٠ .  
لأننا نستطيع عادة أن نبتين حركة طائرة فى السماء فى ثوان قليلة جدا وكلما كانت الطائرة أقرب إلينا كما أسرع ملاحظة لحركتها . وانطلاقات<sup>(١)</sup> الاجرام الفلكية فى حركاتها تفوق كثيرا انطلاق الطائرة إذ تكون عادة أكبر منها آلاف كثيرة . وفى وسعنا من غير أن نخطئ خطأ فاحشا أن نفرض برهة من الزمن أن انطلاقات كل تلك الاجرام السماوية متساوية ، فإذا فرضنا ذلك دل مقدار الانطلاق الذى يبدو أن جسما سماويا يتحرك به على مقدار قربه منا بوجه التقريب . فكلما بدا الجسم أكبر انطلاقا كان إلينا أقرب ، لكن هناك مستثنى يجب ذكره هو القمر فانا لا نرى حركته الحقيقية لأنه سائح معنا فى الفضاء ، مثله كمثل المسافر الذى يسافر معنا فى عربة واحدة من عربات السكة الحديدية .

تلك القاعدة العامة توضحها الصورة الفتغرافية المنقولة فى لوحة (٥)

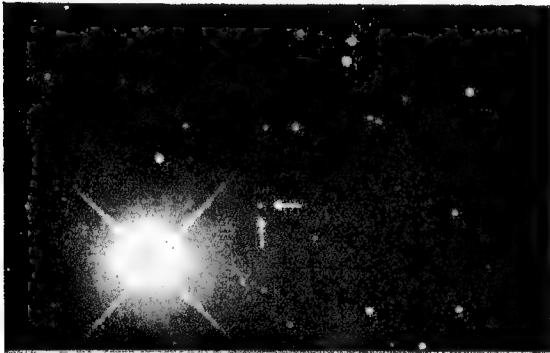
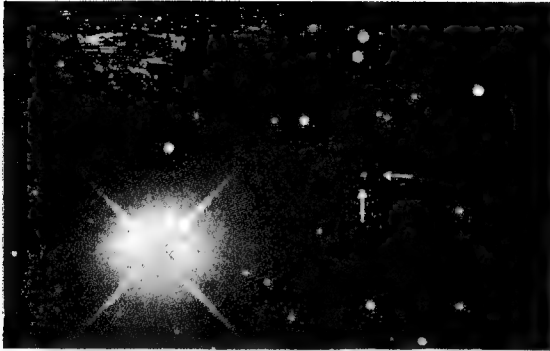
(١) وضعنا هذه اللفظة فى علم الميكانيكا ترجمة لكلمة (Speed) حتى لا تختلط بالسرعة

(Velocity)



### كرة نارية وسديم

مبرت الكرة النارية (نيزك كبير) اللوحة في خمس ثانية ، بينا السديم لا يكاد يتحرك بقدر محموس  
في مليون سنة (صفحة ٢١)



### اكتشاف بلوتو

صورتان فترافيتان للمنطقة القريبة من ٥ التوأمن مأخوذتان في ٢ و ٥ مارس سنة ١٩٣٠ وقد وجد أن  
الجرم المعلن بالمعظم قد تحرك قدراً مذكوراً في فترة الثلاثة الأيام مثبتاً أنه من قبيل السيارات



فيه طول ثم تحرك أحدهم في خلال هذا التعرض فان الصورة تفسد ولا يظهر الجاني لإنسانا عاديا على الصورة ولكن شبحا مشوها منطمسا . والفلكي يستفيد من هذه الظاهرة فيصوّر جزءا من السماء بتعريض اللوح لها طويلا وعندئذ يظهر كل جرم متحرك في السماء بسرعة كبيرة خيالا منطمسا بدلا من أن يظهر نقطة ضوئية محددة . وبهذه الطريقة البسيطة وما دخل عليها من تغييرات وتعديلات اكتشف كثير من الأجرام السماوية القريبة منا ، ومنها السيار بلوتو الذي استغرق البحث عنه سنين عدة ولم يكتشف إلا في مارس سنة ١٩٣٠ ( صفحة ٧٩ ) . واللوح ٦ ( المراقبة لصفحة ٢١ ) تبين لوحتين مأخوذتين في مرصد لويل بأريزونا لمنطقة السماء التي كان يظن أن السيار الجديد يقع فيها ، وبين الصورتين فترة ثلاثة أيام . فترى الجرم المشار اليه بالسهمين قد تحرك قدرا محسوسا في تلك الفترة وهذه الحركة تثبت قطعا أنه من السيارات .

### مستعمرة منعزلة

لعل فينا من توقع أن يكون هناك تدرج من هذه الأجرام العظيمة السرعة الى النجوم البطيئة التي لا تكاد تبدى عن شيء من علامات الحركة حتى صرنا نطلق عليها اسم "النجوم الثوابت" . لكن الواقع أنه لا تدرج هناك فان الأجرام السماوية صنفان متميزان لا ثالث بينهما ، ولهذا سبب في غاية البساطة هو أن الأرض تنسب الى مستعمرة صغيرة تكاد تكون منعزلة انعزالا تاما في الفضاء ولذا كانت سيارات المستعمرة وأجرامها الأخرى أقرب



جدًا الى الأرض حتى من أقرب النجوم الثوابت . فذلك الأجرام تبدولنا سريعة في حركتها لسبب واحد فقط هو قربها منا لا كونها تقطع في الساعة الواحدة أميالاً أكثر من التي تقطعها الأجرام الأخرى ، بل الواقع أن أغلبها يقطع في الساعة أقل مما تقطعه النجوم الثوابت . حتى أقرب النجوم إلينا أبعد من الشمس عنا ٢٧٠.٠٠٠ مرة أى أنه أبعد ٧٠٠٠ مرة من أبعد السيارات وهو بلوتو، فالضوء المنبعث من بلوتو يستغرق بين أربع ساعات ونمىس حتى يصل إلينا مع أن الضوء الآتى من أقرب النجوم يستغرق بين أربع سنوات ونمىس . وهذا يوضح بجلاء كيف أن تلك المستعمرة منعزلة في الفضاء انعزالاً تاماً يفوق كثيراً انعزال الحلال<sup>(١)</sup> في أكثر ممالك الأرض توحشاً ، فنحن نصف الحلال بأنها منعزلة اذا تباعد بعضها عن بعض عدّة أميال لكنا اذا مثلنا لتلك المستعمرة التي في الفضاء بقرية صغيرة في انجلترا فان المقاطعة التي تليها ، وهى أقرب النجوم الثوابت ، يجب أن تقع على هذا المقياس في إحدى نواحي أفريقيا أو سيبيريا .

وأهم فرد من أفراد تلك المستعمرة المنعزلة هو طبعاً الشمس ويصح أن نحسبها سياراً ضخماً وإن كانت أكبر وأزهى بمراحل من أى سيار آخر . والشمس كالسيارات الأخرى تتحرك باستمرار عبر وراء<sup>(٢)</sup> من كوكبات . تكوّن النجوم الثوابت التي هى أبعد كثيراً من الشمس ، وحركتها تلك

(١) الحلال جمع حلة وهى القوم النزول وجماعة بيوت الناس أو مائة بيت كما فى القاموس

وقد ترجمنا بها كلمة (Settlements) . (٢) Background

لا نلاحظها عادة لأن ضوء الشمس يطمس أضواء النجوم الأخرى جميعا، ومع ذلك فالفلكي الذي يستطيع أن يرى النجوم من خلال مرقبه حتى في ريعان ضوء النهار يمكنه أن يتتبعها بسهولة . بل إن من الممكن التثبت من تلك الحركة بطريقة غير مباشرة بدون مرقب ، فالشمس تكون وقت الظهيرة في الجنوب ولذلك تكون عند منتصف الليل في المكان المقابل تماما لمكانها الأول في الفضاء (شمالا ولكن تحت الأفق) فإذا نظرنا تجاه الجنوب ليلة بعد ليلة عند منتصف الليل تماما فانا نجد أن جزء السماء في الجنوب يختلف كل ليلة عنه في سابقها دليلا على أن الشمس التي تكون عندئذ في المكان المقابل بالضبط لهذا المكان تقع هي الأخرى كل ليلة في موضع غير الذي كانت فيه الليلة السابقة .

وكان الاعتقاد الغالب حتى القرون الوسطى ، وإن لم يكن إجماعا ، أن الأرض مركز تلك المستعمرة من الأجرام بل كانت في الواقع معدودة مركزا للعالم أجمع . فكان المعتقد عندئذ أن الشمس والقمر والكواكب السيارة موصولة بكرات شفافة تدور حول الأرض على أبعاد منها مختلفة في حين أن النجوم الثابتة موصولة بكرة أكبر تدور حول الأرض الواقعة في الوسط ، على بعد أكبر من تلك الأبعاد ولذلك تكون ورأعها جميعا . ثم حدث في سنة ١٥٥٥ أن نشر كوبرنيق كتابه العظيم (Die revolutionibus orbium Coelestium) الذي بين فيه أن المشاهد من حركات الشمس والسيارات يصبح أسهل كثيرا في التفسير إذا فرض أن الأرض سيار كبقية السيارات لا أكثر ،

وأن جميع السيارات ومنها الأرض تدور حول شمس ثابتة في الوسط ، وظل هذا الكلام عند أغلب المفكرين معدودا في مرتبة أرقى قليلا من التخمين أو الرجم بالغيب الى أن ثبت صدقه بواسطة المشاهدات المرقية التي قام بها غليليو وأتباعه . والمقطوع به الآن بغير أدنى شك أن الشمس لا الأرض هي مركز مستعمرتنا الصغيرة التي في الفضاء ، وأن الأرض كغيرها مما هو أصغر منها من أفراد المستعمرة تدور حول الشمس القائمة في وسط المجموعة .

## الفصل الثاني

### سياحة تمهيدية عبر الفضاء والزمن

لا نستطيع بأنفسنا أن نذهب لنكشف عما تتركب منه الشمس والقمر والنجوم لكن مراقبنا الضخمة تقربها إلينا على وجه ما وذلك بمثابة ذهابنا إليها، وهذه الوسيلة يكون الفضاء كله مباحا لنا نفحصه كيف نشاء ولو إلى أن تعترضنا مواد حاجبة لا تستطيع المراقب أن تنفذ إلى ما وراءها . بل في هذه الحالات أيضا تستطيع الحسابات الرياضية أن تتولى تكميل القصة السماوية لنا ، فقد تمت في السنين الحديثة مثلا أعمال كثيرة تتعلق ببحث تركيب بواطن النجوم . فالأرصاء المرقبية والنظريات الرياضية يهيئان فيما بينهما ما هو بمثابة صاروخ<sup>(١)</sup> يحرق يحملنا إلى أى مكان نشاءه من الفضاء .

#### في أعماق الفضاء

فلنستقل هذا الصاروخ السحري ولنرج أى إنسان أن يقذف به وبنا نحو الشمس . ولستنا نحتاج لبلوغ الشمس إلا إلى البدء بسرعة تكفى لتوصيلنا إلى أبعد من حدود الأرض بقليل — نحو ٧ أميال في الثانية تكفى — وبعد ذلك يقوم جذب الشمس الهائل بالباقي من المهمة فيجترأ إلى داخل

(١) تعريب بادجر (Badger) لكلمة (rocket) استعملناها حتى نعرف خيرا منها .

الشمس سواء أردنا أم لم نرد . وإذا بلغت سرعتنا الابتدائية ٧ أميال في الثانية فان السياحة كلها تستغرق نحو عشرة أسابيع .

وسنلاحظ حتى في الثواني القليلة الأولى تغيرات غريبة ، فنظام الألوان كله يتغير بسرعة بغائية مدهشة وسرعان ما يقيم الجو حتى يصبح في ظلمته كمنتصف الليل الخالك السواد، ومن بين هذه الظلمة تلعب النجوم . إنها لا تعود لتتألاً بالكيفية التي كنا نألفها على سطح الأرض وإنما تستحيل أشعتها لإبراز نفاذة من ضوء متصل، وفيما بين ذلك تكون الشمس قد تغيرت الى بياض صعب كيباض الفولاذ، وتصبح الظلال التي تحدثها جافة موحشة وتبدو الطبيعة كأنها قد فقدت كل لطافتها وجزءا كبيرا من جمالها، وهذا كله يحدث في زمن مدهش في قصره . وتفسير ذلك أننا نكون بعد ثوان قليلة قد خرجنا تماما من جو الأرض ولن نستطيع قبل مفارقة ذلك الجو أن ندرك مقدار ما كان أثره اللطيف يزيد في متعة حياتنا .

ولنقف لحظة نتأمل الأسباب العالمية لهذا : هبنا وقوفا على أى لسان<sup>(١)</sup> مبنى في البحر في بعض فرضه نرقب الأمواج تدرج نحو الشاطئ وترطم بأعمدة اللسان الحديدية . اننا نجد الأمواج الكبيرة لا تكاد تأبه بالأعمدة : تنقسم يمنة ويسرة حتى اذا تخطت العمود عادت فالتحمت ، كما تفعل فصيلة الجنود اذا اعترضتها في طريقها شجرة ، فكأنما الأعمدة لا وجود لها في الطريق . لكن الأمواج القصيرة والمويجات تجد أعمدة اللسان عقبة كؤودا فاذا ارتطمت

(١) (Pier) أى المشى الطويل المقام على أعمدة داخلها الى البحر لينزه عليه المصطافون .

بها انعكست الى الوراء وانتشرت موجات جديدة في جميع الاتجاهات وقيل حسب الاصطلاح العلمى إنها "تشتتت". فالجاذب المكوّن من الأعمدة الحديدية لا يكاد يؤثر في الأمواج الطويلة أبدا لكنه يشتت الموجات القصيرة. هذا نموذج حى للطريقة التى بها يحاول ضوء الشمس أن يشق طريقا في جو الأرض، فان بيننا ونحن على سطح الأرض وبين الفضاء الخارجى عقبات لا تحصى على صورة جزيئات من الهواء وقطيرات دقيقة من الماء وجسيمات صغيرة من التراب . هذه جميعا تمثلها أعمدة اللسان .

وأما موج البحر تمثل ضوء الشمس، ونحن نعرف أن ضوء الشمس مزيج من أضواء كثيرة الألوان — كما نستطيع أن نبرهن عليه بأنفسنا اذا أصرنا الضوء من خلال منشور بل من خلال إبريق زجاجى من الماء، كما تبينه لنا الطبيعة بأمرارها الضوء من خلال قطرات المطر في همرة صيفية فتخرج لنا بذلك قوس قزح . كذلك نعلم أن الضوء يتألف من أمواج وأن الألوان المختلفة تنشأ عن أمواج مختلفة الطول فالضوء الأحمر ينشأ عن أمواج طويلة والأزرق عن أمواج قصيرة . والأمواج المختلطة المكوّنة ضوء الشمس تضطر الى مغالبة العقبات التى تصادفها فى الجو كما تضطر أمواج البحر المختلطة الى مغالبة أعمدة لسان الفرضة حتى تخطاها، وتلك العقبات تفعل فى أمواج الضوء ما تفعله الأعمدة فى أمواج البحر، فالأمواج الطويلة المكوّنة للون الأحمر لا تكاد تتأثر فى حين أن الأمواج القصيرة المكوّنة للون الأزرق تشتت فى جميع الجهات .

إذن فالأمواج التى يتركب منها ضوء الشمس تلقى فى عبورها الجو حظوظا

مختلفة ، فوجة الضوء الأزرق قد نشئت بذرة من التراب فتصرف عن طريقها وبعد فترة من الزمن قد تلقى ذرة أخرى من الرماد تصرفها عن طريقها الثانى وهكذا حتى تصل فى النهاية الى أعيننا عن طريق يشبه فى تعرجه طريق البرق الوامض . ويتج عن ذلك أن الأمواج الزرقاء من ضوء الشمس تلج أعيننا من جميع الجهات وهذا هو سبب ما يظهر لنا من زرقة الجوّ ، لكن الأمواج الحمراء تأتى إلينا مستقيمة غير حافلة بالعقبات فتدخل أعيننا مباشرة وبهذه الأشعة على الخصوص نبصر الشمس حين نبصرها . وليست هذه الأشعة كل ضوء الشمس ، بل هى ما تخاف منه بعد أن رشحت العقبات الجوىة منه الشئ الكثير من الضوء الأزرق ، وهذا الترشيع يجعل ضوء الشمس طبعاً أشدّ احمراراً مما كان عليه قبل دخوله الى جوّنا ، وكلما زادت العقبات التى يصادفها ضوء الشمس فى طريقه زاد مقدار الضوء الأزرق الذى يستنزف منه وزاد تبعاً لذلك منظر الشمس احمراراً ، وهذا يفسر السر فى أن الشمس تبدو حمراء أكثر من احمرارها العادى اذا أبصرناها من خلال ضباب أو سحابة من البخار ، وهو أيضاً يفسر لماذا تبدو الشمس ذات احمرار خاص عند شروقها أو عند الغروب — فضاء الشمس عندئذ لا بد له قبل الوصول إلينا من تلمس طريقه بين عدد عظيم من العقبات الجوىة لأنه يأتينا فى اتجاه كبير الميل ، وهو أيضاً يفسر مناظر الغروب البديعة التى كثيراً ما ترى من خلال هواء المدن المشحون بالدخان والتراب — بل خير من ذلك أن نراها عقب ثوران بركان يملأ جو العالم كله بجسيمات صغيرة من التراب البركانى .

يمثل هذه الوسائل يحلل جو الأرض ضوء الشمس . وضوء الشمس الحقيقي عقب مغادرته الشمس وأثناء سريانه في الفضاء قبل التقائه مطلقا بالأرض يكون مزيجاً من جميع الألوان التي يحللها إليها جو الأرض . ولكي نعيد إنشاء لون ذلك الضوء الحقيقي يجب أن نمزج زرقاء السماء بصفرة أشعة الشمس المباشرة أو حمرتها وهذا المزج ينتج الضوء الذي في بياض الفولاذ والذي نراه بمجرد خروج الصاروخ بنا من جو الأرض .

هذا الفعل ، فعل الحق في تحليل ضوء الشمس ، يرجع إليه كثير من جمال الأرض : يرجع إليه زرقاء السماء في النهار الرائع ، ويرجع إليه ما تبدو فيه الشمس حين شروقها وحين الغروب من لون برتقالي أو محمر واضح وما يكون للسحب عند الشروق والغروب أيضاً من ألوان شجية ، ويرجع إليه السَّفر<sup>(١)</sup> بدرجاته ومعانيه الغامضة ، ويرجع إليه الضوء القرمزي الذي يعقب الغروب عند الجبال ، واللون الأرجواني الذي تبدو فيه التلال البعيدة ، والخضرة التفاحية للسماء في المساء في الغرب ، والزرقة الشديدة للسماء في المساء في الشرق ، بل يرجع إليه كل الآثار التي يعزوها المصورون إلى الحق . كل هذه نخلفها وراءنا إذا ما تجاوزنا جو الأرض ودخلنا عالماً صعباً ينقسم إلى ضوء ساطع أو ظل حاد ولا وسط فيه بينهما . عندئذ نرى الشمس على حقيقتها أول مرة في حياتنا ، نراها كرة ساطعة من ضوء فيه زرقاء ، ونراها تغرب في سماء حالكة الظلمة كمتصف الليل البهيم إذ لم تعد عرضة لجو الأرض يتلقى

(١) بقية بياض النهار بعد مغيب الشمس (twilight) .



أشعتها فيشتتها في كل الجهات . هذا هو الجسم الغريب المخيف الذى يسير بنا الصاروخ نحوه .

### نظرة الى القمر عن قرب

إن نكن عقلاء نكن قد بدأنا تلك الرحلة الى الشمس قرب ظهور الهلال إذ عندئذ يمتز بنا طريقنا على مقربة من القمر فتمكن من أن ندرسه عن كسب . ويبدو سطح الأرض من تحتنا عكرا غير واضح إذ نبصره من خلال طبقة كثيفة من الهواء ومن التراب والضباب والسحب وشيء من المطر والثلج هنا وهناك . أما القمر فيبدو اذا قوبل بالأرض واضحاً وضوحاً غريباً ، محمداً تحديداً ظاهراً ، والسبب في ذلك أنه ليس له جو فليس يحول دون رؤياه مطر ولا ضباب ولا سحب ولا تراب .

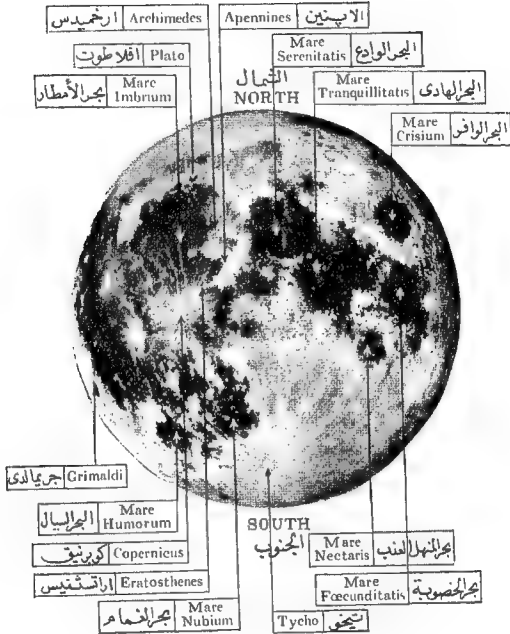
ونستطيع حتى عن بعد أن نرى أن ليس على القمر ماء ، فلو كان عليه بحار أو بحيرات أو أنهار لكنا نراها تبرى في ضوء الشمس الضاحى ، وليس على القمر أى أثر لها يشبه أقل شبه أن يكون سطحاً من الماء ، وكلما ازدادنا قرباً من القمر رأينا أن لا مدن ولا حقول ولا غابات وأتانا انما نطل على عالم ميت . منذ خمس وتسعين سنة ارتكبت إحدى جرائد نيويورك ما أطلق عليه فيما بعد « الفرية القمرية الكبرى » فقد نشرت سلسلة مقالات كلها مفتراة أدعت أنها وصف للقمر كما رأت في جنوب أفريقيا من خلال مرقب جديد مارد ، فيما أتت على وصف أشجار ذات نمو مدهش وحيوانات غريبة ورجال تطير وكلها من نوع مخالف بالمرّة لكل ما عرف على سطح الأرض .

وقد زادت هذه المقالات في مقدار انتشار تلك الجريدة الصغيرة الى درجة ادعت معها أن عدد المبيع منها يفوق كثيرا عدد المبيع من أية جريدة أخرى في العالم وكان ذلك برهانا محسوسا على ما يستشعره الناس من اهتمام بأمر الحياة في العوالم الأخرى .

لكن الصورة التي نبصرها من صاروخنا تختلف جدّ الاختلاف عن تلك الصورة التي رسمتها الجريدة الأمريكية فاننا نرى سطح القمر مكونا غالبه من صحارى واسعة منبسطة ليس فيها شيء من دلائل وجود زراعة أو حياة من أى نوع، وقد انتشرت على الجزء الأكبر منها مرتفعات دائرية تبدو كأنها حافات فوهات براكين خامدة وهو ما يرجح أن تكونه بالفعل ( أنظر اللوحة ١٢ )، وكثير من هذه الفوهات هو من الكبر بحيث يتسع داخلها لأن يحتوى مقاطعة انجليزية بأسرها. فأربع منها أكبر من دِقَشِير<sup>(١)</sup> في حين أن أكبر الفوهات جميعا وتسمى (ماوروليكس - أو الذئب الأسود -) يمكن أن تتسع لبلاد الغال (ويلز)<sup>(٢)</sup> بتمامها. ونرى مبعثرا هنا وهناك قُلل جبال عظيمة مسننة وسلاسل جبال تبدو كلها مفصلة محدّدة على الصورة التي برزت فيها للوجود أول مرة، فالجبال التي على أرضنا قد عريت الى حدّ ما بفعل الثلج والمطر والرياح على كرملايين السنين وهو ما لا نرى له أثرا في سطح القمر. وإذا قدر للناس أن تشيع بينهم طريقة السفر بالصاروخ فستصير هذه الجبال على ما يظهر جنة المتسلقين، فالشمس تلقى لهذه الجبال ظلّالا مسننة تقيء على ماتحتها من

(١) قدر مديرية القليوبية تقريبا . (٢) قدر الوجه البحرى تقريبا .

## لوحة ٧



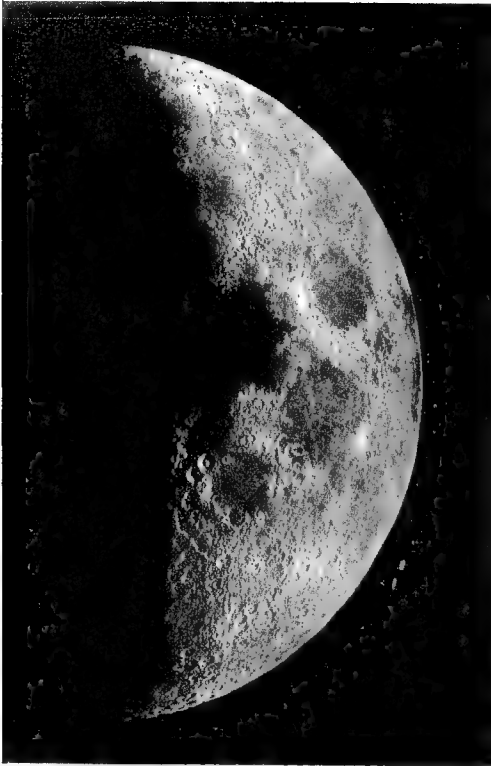
## القمر

تبين هذه اللوحة القمر الكامل كما تراه العين المجردة أو كما يرى بنظارة الميسدان ( المرقب الفلكي يعكس الأجسام ) . إذا نظر للصورة على بعد ٩ ياردات فإن القمر يبدو فيها بنفس الحجم الذي يبدو به القمر الحقيقي في السماء و يكون في الإمكان التعرف على "الرجل الذي في القمر" و "المرأة التي تقرأ الكتاب" و "الرجل المعجوز وعزمته من العصي" الخ



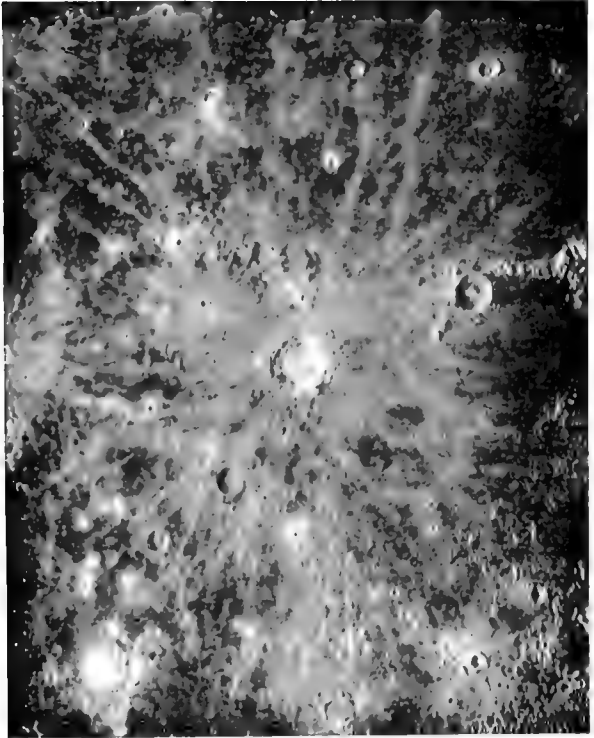
### القمر (الربع الثالث)

عمر القمر هنا ٢١ يوما أى أن القمر الجديد بن طيه  $٨ \frac{1}{4}$  من الأيام فالقمر يتناقص حجمه والشمس بالطلع على يسار القمر ولذا كان القمر سابقا الشمس (بضو ٧ ساعات) عبر السماء

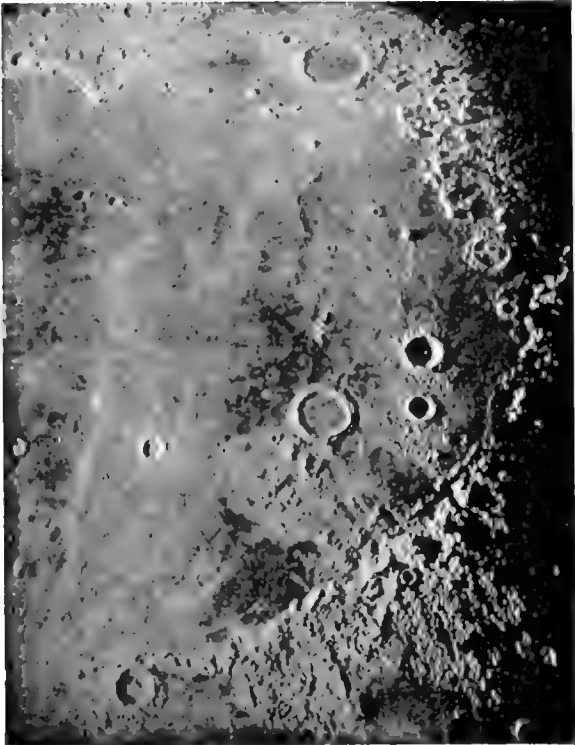


### القمر (الربع الأول)

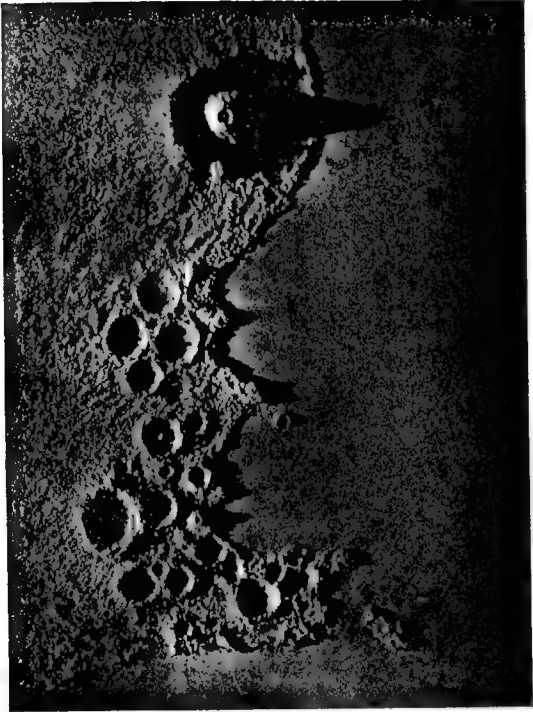
عمر القمر هنا أقل بقليل من ستة أيام فقدره اذن في ازدياد . والشمس الآن الى يمينه بحيث  
يتبع القمر الشمس ( متخلفا نحو ٥ ساعات ) عبر السماء



تفاصيل قمرية . المنطقة التي حول كوبرنيك (انظر لوحة ٧)  
 فوهة كوبرنيك التي في وسط اللوحة قطرها ٥٠ ميلا . وأعلى منها قليلا الى اليمين فوهة ايراتسنيس  
 وقطرها ٣٥ ميلا



تضاحيل قمرية . بحر الأمطار (انظر لوحة ٧) والجبال المحيطة به .  
 الأبنين القمرية تخفى حول الحرف الأيمن لوحة من ابراستنيس (راجع لوحة ١٠) قرب الزكن  
 الأسفل لجهة اليسار، والقووة الكبرى قرب القمة هي أطلالون وأسفل منها أرخيدس



### فوهات وتكوينات بركانية

هذه ليست مناظر قمرية لكنها البزكان الأرضى فيزوفيس والأراضى التى الى جنوبه مصورة عن نموذج له من صنع المهندس جيمس ناسمى ويمكن مقارنتها بالمناظر القمرية الميئة فى لوحة ١١ و ١٠



صحارى ، بل إن الانسان ليستطيع أن يرى حتى بالمرقب الصغير ما يشير عجيبة من إبر وشعاف وسلاسل مرتفعة محددة الأطراف . ويبلغ طول إحدى سلاسل الجبال القمرية وهى جبال الأبنين ( ترى مائلة عبر النصف السفلى للوحة ١١ ) ٤٥٠ ميلا وتحوى أكثر من ٣٠٠٠ قلة وأعلاها وهو جبل هيجنز ارتفاعه ١٩٠٠٠ قدم ويزيد ارتفاع إثنين آخرين وهما جبل برادلى وجبل هادلى على ١٥٠٠٠ قدم . وفى شمال السلسلة سهل منبسط ( مير إميريم أو بحر الأمطار ) تسقط الجبال نحوه من غير تدرج تقريبا كما يسقط صف من الألهاب<sup>(٢)</sup> عند شاطئى بحر .

وللجبال القمرية عدا جمال مناظرها مزايا أخرى تستهوى المتسلقين ففقوة الثاقل على سطح القمر تساوى سدس مقدارها على سطح الأرض ولذا يستطيع الانسان أن يطفر عليه الى ستة أمثال العلو الذى يطفر اليه على الأرض ، كما يستطيع أن يتساق ستة أمثال الارتفاع الذى يتسلقه على الأرض من غير أن يتعب ، وأن يسقط من ستة أمثال العلو الأرضى من غير أن يصاب بأذى ، لكن لما كان القمر ليس له جو وجب على المتسلقين ألا ينسوا أن يأخذوا معهم المقادير اللازمة لهم من الأكسجين .

وضعف قوة الجاذبية على سطح القمر يفسر السبب فى أن القمر ليس له جو فالصاروخ الذى ركبناه لم يستطع أن يطفر بعيدا عن الأرض تماما إلا بعد أن انطلق بتلك السرعة الكبيرة : سرعة سبعة أميال فى الثانية ، ولو أننا بدأنا بأى انطلاق أقل من هذا لسقطنا ثانيا إلى الأرض كما تسقط القذيفة العادية

(١) جمع شعفه (Pinnacle) (٢) الألهب وجه فى الجبل كالحائط لا يرتقى (Chief) .

الخارجة من المدفع أو كرة الكريكت إذا قذفت الى أعلى بمضرب . بفخو الأرض  
يحتوى ملايين الملايين من جزيئات تجول فيه منقضة بانطلاقات كبيرة —  
مئات الياردات بل الأميال في الثانية — لكن انطلاقتها لا يصل أبدا الى سبعة  
أميال في الثانية وهو القدر الذى كان يقذف بها بعيدا عن الأرض تماما ولذا  
ترند تلك الجزيئات الى الأرض على الدوام كما ترند كرة الكريكت ، وتظل  
الأرض محتفظة بجوها .

يقابل هذا على سطح القمر أن القذيفة إنما تحتاج الى إنطلاق يبلغ  $\frac{1}{4}$   
ميل في الثانية لتفلت من نفوذ القمر وتنساب في الفضاء ، فإذا حدث مرة أن  
بلغ انطلاقتها ذلك القدر فإن جاذبية القمر تكون أضعف من أن تجذبها اليه .  
وإذا كان القمر يواجه الأرض دائما بوجه واحد منه ويدور حولها مرة واحدة  
في الشهر نتج أنه يدور حول نفسه في الفضاء مرة واحدة في الشهر ، ونتج  
أن أية منطقة من سطحه اذا وصل اليها ضوء الشمس ظلت تلتظى به  
أسبوعين كاملين فتسخن سخونة كبيرة حقا وتصل درجة حرارتها الى ما يقرب  
من  $200^{\circ}$  فهرنهايتية ( أى  $94^{\circ}$  مئوية ) أى أقل قليلا من درجة غليان الماء .  
فلو كان للقمر جو وقتا ما لبلغت انطلاقات جزيئاته في تلك الحرارة العالية  
مقدارا كبيرا تدلنا الحسابات على أنه كان يتجاوز في كثير من الأحوال سرعة  
الانفلات وقدرها  $\frac{1}{4}$  من الأميال في الثانية . هذه هي كل القصة التي  
تقص علينا كيف فقد القمر جوّه .

ومع أن القمر قد يبدو أول وهلة جنة للتسليق فالتفكير الناضج يشير

الى أنه على رغم هذا وذاك قد لا يكون صالحا لأن يكون مكان راحة لمن يطلب الراحة أو مكان إقامة لمن يريد الإقامة . فليس على الجماعة التي تقصد الى الفسحة فيه أن تأخذ معها المقادير اللازمة من الأكسجين فحسب بل عليها أيضا أن تكون على استعداد لتحمل درجة حرارة تبلغ  $200^{\circ}$  فهرنهايتية (أى  $94^{\circ}$  مئوية) في الجانب المشمس منه بل إن درجة الحرارة قد تصل تحت أشعة الشمس المباشرة الى نحو  $244^{\circ}$  فهرنهايتية (أى  $115^{\circ}$  مئوية) فوق الصفر أى فوق درجة غليان الماء بمقدار  $32^{\circ}$  ( $15^{\circ}$  مئوية) . فاذا كان هذا أشد حرا من أن يطيقوه لم يكن أمامهم إلا أن يلجأوا الى الجانب الظليل من القمر حيث يجدون الأمور أسوأ من هذا إذ تبلغ درجة الحرارة هناك نحو  $244^{\circ}$  تحت الصفر ( $-155^{\circ}$  مئوية) — أو أن يعودوا طبعاً الى ديارهم .

### مم يتكوّن القمر ؟

وسطح القمر فوق هذا أبعد من أن يكون صالحاً لحط الرجال ونصب الخيام فقد امتحن المسيو ليوت المودانى حديثاً نور القمر العادى الذى هو بالطبع ضوء الشمس منعكساً عن سطح القمر، امتحنه بمقارنته بضوء الشمس المنعكس عن أنواع مختلفة من التربة ومن الطين ومن الطباشير ومن الحجارة فوجد أن نور القمر يكاد يناظر تماماً الضوء المنعكس من الرماد البركانى ولا يشبه بأية حال الضوء المنعكس من أية مادة أخرى من المواد التى لخصها، وهذا يجعل من المرجح جداً أن يكون سطح القمر مكوناً من الرماد البركانى . ولا شك فى أن هذا يتفق مع المظهر العام لمناظر القمر التى تبدو

بالضبط كأنها معرض واسع من براكين خامدة، بل إن تلك البراكين تشبه  
حقا البراكين الأرضية مشابهة مذهشة كما سبق أن رأينا في لوحة ١٢  
(صفحة ٣٣) التي هي صورة فتغرافية لنموذج من بركان فيزوف والأراضي  
البركانية التي في جنوبه .

إن للزئاد البركاني خاصة عجيبة هي أنه لا يكاد يوصل شيئا من الحرارة  
مطلقا، كالحرير الصخري الذي يستخدم لتغطية أنابيب المياه الساخنة، فإذا  
كان السطح الخارجى للقمر يتكوّن حقيقة من الرماد البركاني فان الحرارة التي  
تصبها الشمس على الجانب المشمس منه لا تغور فيه ولذلك لا يتعرّض داخل  
القمر الى نفس التغيرات العنيفة في درجة الحرارة التي يتعرّض لها سطحه .  
وتدل الحسابات على أن السطح الذي اكتوى بالشمس أسبوعين قد يصل  
الى درجة حرارة غليان الماء في حين أن الصخر ولو على بعد نصف بوصة  
فقط من السطح يظل تحت درجة التجمد . فكما أن نصف بوصة من الحرير  
الصخري تمنع الحرارة أن تتسرب من أنابيب المياه الساخنة فكذلك نصف  
بوصة من الرماد البركاني تمنع حرارة الشمس أن تتفد الى داخل القمر .  
وليس هذا محض خيال بل هو على الراجح وصف لا بأس به لحقيقة الحال على  
سطح القمر فقد سجل فلكيان من مرصد جبل ولسن هما بيتيت ونكلسن حديثا  
تغيرات درجة حرارة سطح القمر في أثناء الخسوف ووجدوا، وظل الأرض  
يحتاز وجه القمر ويحبس عنه بذلك ما كان يصل اليه من حرارة الشمس،  
أن درجة الحرارة قد نزلت بنقطة من ١٩٤° الى ١٥٢° فهرنهايتية

(أو ١٨٤ درجة من الصقيع) أى أنها انخفضت ٣٤٦ درجة (١٩٢° مئوية) فى دقائق قليلة ! لقد تعودنا تغيرات تذكر فى درجة الحرارة على سطح الأرض إبان كسوف الشمس فإنه لا يكاد ظل القمر يقطع عنا المدد الذى كان يصل إلينا من ضوء الشمس حتى نبدأ نشعر عادة يبرد شديد لئلا نرى على سطح الأرض أبدا شيئا يقرب من هذا الذى يحدث على سطح القمر ، والسبب فى ذلك أن الحرارة المخزونة فى تربتنا وجوئنا تحول دون تغير درجة الحرارة بغاية السرعة . والسرعة الفجائية التى يتغير بها سطح القمر من الحرارة الى البرودة تدل على أن سطح القمر ليس فيه متخزن من الحرارة يصح أبدا أن يقارن بما فى تربة الأرض وهذا بدوره يدل على أن حرارة الشمس لا تستطيع أن تنفذ فى القمر إلا خلال طبقة رقيقة جدا من سطحه . والسرعة التى تتغير بها درجة حرارة القمر تتفق تماما مع فرض تكون سطح القمر من رماد بركانى .

### الزهرة وعطارد

واضح إذن أن القمر ليس مكانا صالحا لطول إقامة وخير لنا أن ندع الصاروخ يمضى بنا نحو الشمس كما كان قصدنا أول الأمر . وأقرب جار لنا فى الفضاء بعد القمر هو السيار، الزهرة ، وإذا نحن مررنا به فى سياحتنا فما نحن برائين فيه شيئا ذا بال إذ أنه ليس إلا كرة تكاد تكون مثل الأرض فى الكبر مغلفة بالسحب تماما .

لكن السيار التالى وهو عطارد جدير أن يستوقفنا منظره . إنه أصغر

من الأرض بمراحل فان ١٦ عطاردًا تلف وتجعل كوكبا واحدا لانكاد تكون أرضا واحدة ، بل هو ليس أكبر كثيرا من القمر . وهو كالقمر لاجل له انفس السبب الذى جعل القمر كذلك ، أى قصور قوة جاذبيته عن أن تحتفظ بجو له ، وإذن فينبغى أن تظهر مناظره واضحة . وهو يشبه القمر أيضا من جهة أخرى فالقمر واقع فى قبضة من جذب الأرض لا يستطيع لشدها أن يدور فيها ولذا فهو يواجه الأرض بوجه منه واحد على الدوام ، وعطارد حاله شبيه بهذا فهو واقع فى قبضة من جذب الشمس ترغمه بقوتها على أن يواجه الشمس بوجه منه واحد على الدوام . وقد رأينا كيف أن وجه القمر يسخن جدا بعد أن يكتوى بحرّ الشمس أسبوعين متتابعين فى المرة الواحدة . أما النصف الذى يواجه الشمس من كرة عطارد فهو أسوأ حالا فى هذا لأنه يتلظى الى الأبد بأشعة الشمس التى هى أقرب كثيرا اليه ولذا فلا بد أن يكون ساخنا الى درجة مخيفة . وإذا كان فيه أنهار فلا بد وأن تكون أنهارا من رصاص منصهر أو مادة شبيهة به ، لأن الحرارة فيه هى بحيث لا تدع سائلا من السوائل العادية إلا وتجففه غليانا . ولا تزال هناك ناحية أخرى يشبه عطارد فيها القمر فان الضوء المنعكس من سطحه لا يناظره إلا الضوء المنعكس من الرماد البركانى وإذن فن المحتمل القريب أن يكون سطح عطارد كسطح القمر مكوّنا من هذه المادة كما أن من المحتمل جدا أن يكون ما تقع العين عليه منه مكوّنا أيضا من براكين خامدة وإن كان صاروخنا لا يقتربنا منه قريبا يمكننا من التحقق من صحة ذلك أو عدم صحته .

## خارج الشمس

نحن الآن قد تقدّمنا كثيرا في سياحتنا نحو الشمس فهي تبدو لنا حتى عند مرورنا بعطارد أكبر سبع مرات مما كانت عليه عند ما غادرنا الأرض ، وكلما ازددنا قربا منها وأخذت تملأ أمامنا الجزء الأكبر من السماء أخذنا نتيّن منظر سطحها جليا . حقا إن الشمس ليست عالما ميتا كالقمر وعطارد بل بالعكس لا نرى عليها شيئا ساكنا . كل شيء في حركة عنيفة ، والسطح كله هائج يغلي ويتفجر بطرق شتى ، وفي وسعنا أن نفهم لماذا كان من المحتم أن تكون حال الشمس هكذا . إن جوف الشمس عبارة عن مركز هائل من مراكر توليد القوة لا ينقطع له عمل ، والطاقة التي تتولد وتنساب في داخلها تجعلها ساخنة الى حدّ مريع ، ونتيجة ذلك أن يندفع نحو سطحها تيار عظيم من الحرارة اذا بلغ السطح أنصب الى الفضاء شعاعا <sup>(١)</sup> . إن ما يصل من الطاقة الى كل بوصة مربعة في سطح الشمس يعادل قوة ٥٠ حصانا ولا بدّ لتلك البوصة المربعة من التخلص من هذه الطاقة بأية طريقة ولا يتسنى لها ذلك والسطح هادئ ساكن ولذا نلقى السطح يغلي في كل مكان — كأنّ الطبقات العليا لتقلب لتعرض أشدّ جنباتها حرارة الى الفضاء حتى تيسر للشعاع المحبوس أن ينساب منها بسرعة أكبر (أنظر لوحة ١٣ المقابلة لصفحة ٤٠) .

بل إن هذا غير كاف لتصريف تلك الطاقة إذ نرى هنا وهناك نافورات

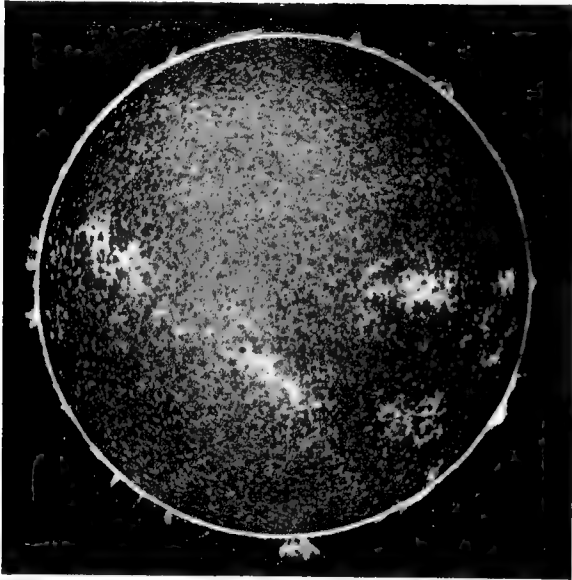
ضخمة من اللهب — تسمى « تنوّات » — تندلع الى علوّ مئات من آلاف الأميال فوق سطح الشمس . كأنّ هذا السطح لما لم يستطع التخلص من

(١) Radiation أبغثت الشمس اشعاعا فانساب منها الشعاع .

الطاقة بالسرعة التي كانت تصل بها اليه من داخل الشمس استعان على ذلك بوسائل إضافية عظيمة استحدثها ، من نافورات وشلالات وقبوات من اللهب تكون عادة قرمزية اللون وكثيرا ما تتشكل بصور غريبة . إن بعضها يظل ساكنا تقريبا كما لو كانت له جذور راسخة في جسم الشمس لكن البعض ينمو ويتفزع الى أعلى بانطلاقات تبلغ آلافا من الأميال في الدقيقة والبعض الآخر يقفز ويتعد بالفعل عن سطح الشمس الى ارتفاعات تبلغ مئات الآلاف من الأميال مغيرا شكله على الدوام (أنظر لوحة ١٤) فقد يبدأ تنوءا مصعدا على شكل عرش غراب ضخم أحمر ثم يهوى على هيئة شجرة المانجو أو على صورة كلب قرمزي ضار أو حيوان أغرب من ذلك من حيوانات قبل الطوفان . وترى في لوحة ١٥ تنوءا صورا عند كسوف سنة ١٩١٩ بدا للعالم كله على صورة آكلٍ ضخم من أكلة النمل يبلغ البعد بين خرطومه وذيله ٣٥٠٠٠٠ ميل وهو حجم لو تيسر لحيوان الاستطاع أن يبتلع الأرض كلها كما تبتلع الحبة . وبعد أن أخذت تلك الصورة الفتغرافية رفع ذلك المخلوق خرطومه وذيله على سطح الشمس ثم زاد في عدد أرجله وأخذ يقفز الى أعلى فوصل الى علو ٤٧٥٠٠٠ ميل وعندئذ حال غروب الشمس دون الاستمرار في مراقبة ما كان بعد ذلك من غريب أحواله .

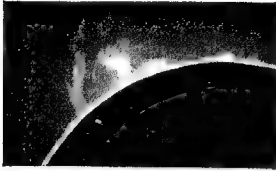
ولست هذه المنشآت العجيبة من اللهب القرمزي بالمنظر الوحيد الذي يرى على سطح الشمس بل إنا نبصر هنا وهناك بفوات مظلمة هائلة فاعرة يقرب شكلها من شكل فوهات البراكين الثائرة تقذف بالنار وبالمادة





الشمس مصورة في ضوء الكالسيوم

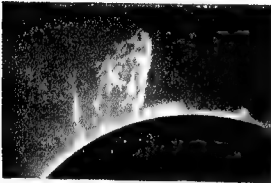
تبين الطفوح (التواءات) والأهداب . أنظر أيضا لوحة ١٧ (المقابلة لصفحة ٤٠)



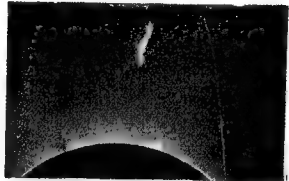
٨ ساعات و ٦ دقائق



٧ ساعات و ٥٢ دقيقة



٨ ساعات و ٣٦ دقيقة



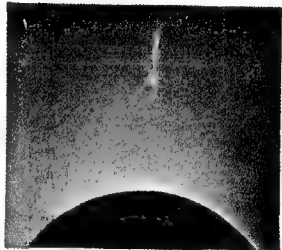
٨ ساعات و ٤٥ دقيقة



٨ ساعات و ٥٧ دقيقة

ثلاث مراحل لتتوه رصد

في ٢٥ مايو سنة ١٩١٦



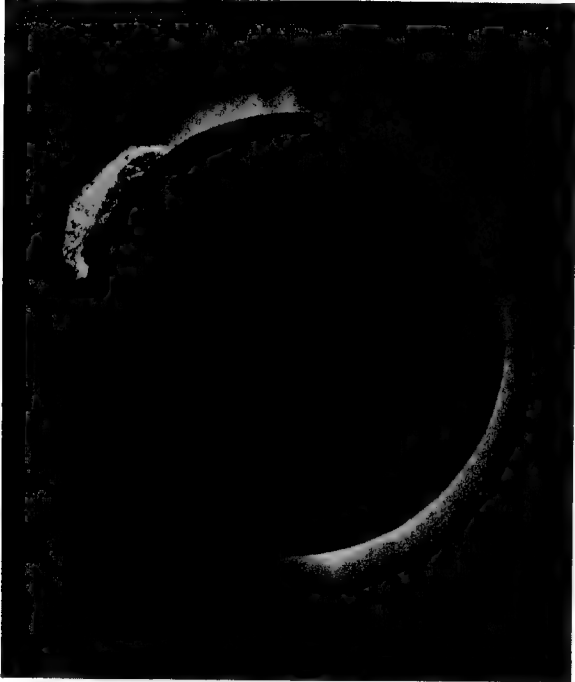
٩ ساعات و ٣ دقائق

ثلاث مراحل لتتوه رصد

في ١٩ نوفمبر سنة ١٩٢٨

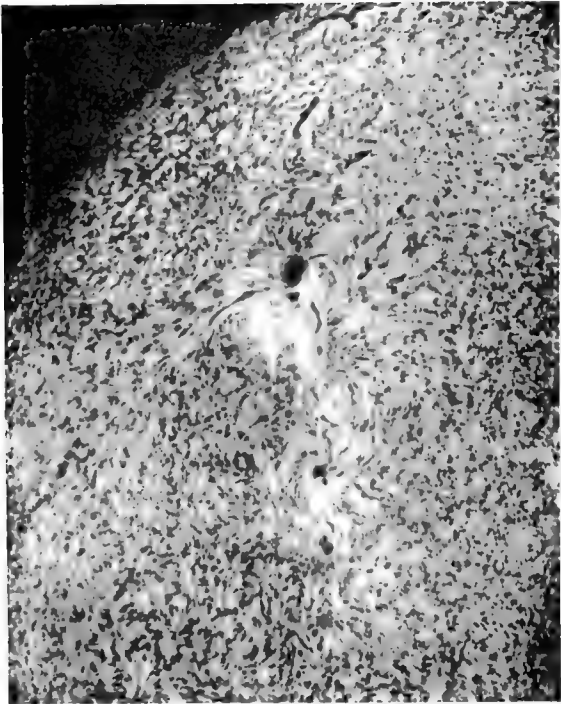
تنوعات شمسية من النوع القافز

التتوه المبين في الثلاث الصور اليمنى قفز الى علو ٥٦٧٠٠٠ ميل فوق سطح الشمس

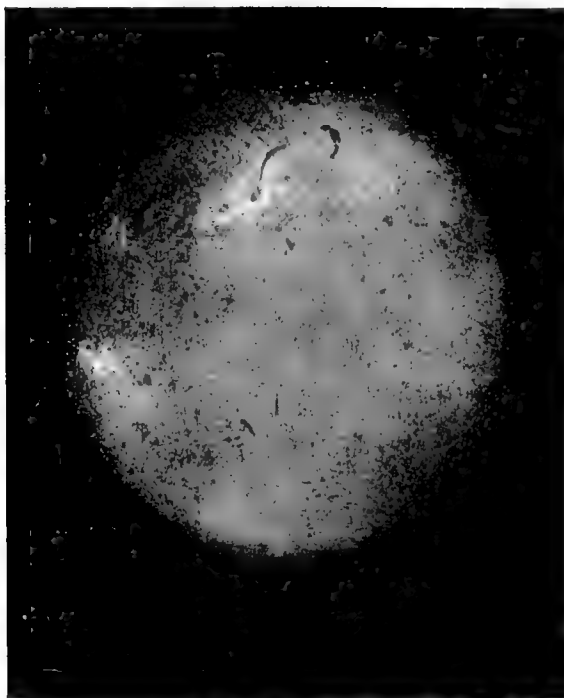


نتوء آكل النمل (٢٩ مايو سنة ١٩١٩)

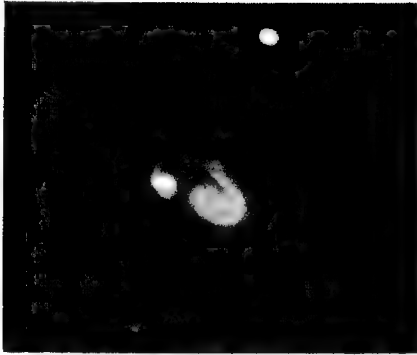
كان كل طول هذا التوء نحو ٣٥٠٠٠٠ ميل



جزء صغير من سطح الشمس مصور في ضوء الإيدروجين  
تبين تفاصيل مجموعة من أربع كلف شمسية والتكوين العاصف للأهداب المحيطة بها



الشمس مصورة في ضوء الإيدروجين  
تبين ظفا شمسية وأيضاً فتائل لامعة من غاز الأيدروجين



الكمالوج العام الجديد  
N. G. C. 5278-9



N. G. C. 4656-7 الكمالوج العام الجديد  
الفعل المَدَى

هاتان الصورتان وإن لم يعرف تأويلهما على وجه التحقيق قد يفيدان في توضيح كيف يمكن أن  
يتزع فتيل من كتلة غازية بالفعل المدى لجرم ثان

من داخل الشمس ( أنظر لوحات ١٦ و ١٧ و ١٩ ) . ونحن نسميها على الأرض كلف الشمس لكننا وقد صرنا قريين منها ندرك أنها مهما كانت فهي ليست كلفا فكثير منها يبلغ من الكبر بحيث يمكن أن تسقط الأرض كلها فيه كما تسقط البيضة في فتحة في الجليد أو شق في الأرض .

الآن تكاد الشمس تملأ السماء كلها أمامنا فتراها قرصا وهاجا من النار يقترب منا باستمرار ونشعر بأن صارونخنا لا بد أن سيصطدم قريبا فنعد أنفسنا لمقاومة الصدمة ، ولم تعد الأقواس المعقودة والنافورات حولنا فحسب بل نراها فوقنا أيضا إذ قد أصبحنا الآن داخل جو الشمس الناري بحيث نجد الضوء يسطع حولنا من جميع الجهات . ولو أخذنا عينة من هذا الجو في الصاروخ وحملناها لوجدناها تختلف جد الاختلاف في تركيبها عن جو الأرض . صحيح أنها تحتوى نفس الغازات الخفيفة الموجودة في جو الأرض لكنها أيضا تحتوى مواد فلزية ثقيلة كالبلاتين والفضة والرصاص بل تحتوى في الواقع معظم المواد التي عندنا في الأرض إن لم يكن كلها وجميع هذه المواد موجودة في جو الشمس وجميعها موجود على صورة أبخرة لأن الحرارة في جو الشمس من الشدة بحيث لا يتسنى لأى مادة منها أن تظل في حالة الجمودة أو السيولة <sup>(١)</sup> . كل هذا كما نعرفه قبل أن نغادر الأرض لأن الآلة المعروفة بمبين الأطياف أو الامبيكتروسكوب تحلل ضوء الشمس وتنبئنا عن أنواع الذرات التي يصدر ضوء الشمس عنها .

(١) (Solidity) أما الصلابة فقد فضلنا استخدامها لترجمة (hardness) .

### داخل الشمس

نظل ننتظر الحطمة ويطول انتظارنا دون أن تحدث . ولا بد أن نكون قد سافرنا مئات وآلاف بل وعشرات الآلاف من الأميال داخل الشمس ولما نلتق بسطح صلب ، وبالتدريج ندرك ما حدث : لقد أصبحنا على غور بعيد في الشمس ومع ذلك لا نجد شيئا سوى غاز وإذا كان الجو الخارجى للشمس لا توجد فيه أية مادة في حالة الجمودة أو السيولة فمن باب أولى يكون كل شيء متبخرا في داخلها حيث الحرارة أشد منها في الجو الخارجى .

إننا نجد على الأرض والقمر بل وعلى كل السيارات على الراجح انتقالا واضحا من الجوى إلى المادة الجامدة ، لكن انتقالا بغائيا كهذا لا يمكن أن يوجد على الشمس أو على النجوم بوجه عام ، فالجو في النجم يتدخل بالتدريج في مادة النجم نفسها لأن النجم وجوه مصنوعان من مادة واحدة . فالانتقال يتم تدريجيا من مادة الجوى إلى المادة الأساسية للنجم نفسه لأن تكونيهما واحد .

أما وليس هناك حاجز جامد يحول دون تقدم صاروخنا فستحملنا كمية تحركه إلى مركز الشمس رأسا .

وكان الترمومتر حتى أثناء اجتيازنا سطح الشمس ومناظره الغربية ، من نافورات اللهب وأقواسه المعقودة ومن الانتفاخات المتلوية النارية ، واقفا على نحو سبعة آلاف أو ثمانية آلاف من الدرجات ، فلما صرنا داخل جو الشمس تماما وصل الترمومتر إلى تسعة آلاف أو عشرة آلاف (فرنسية) ومن هنا لحنا الأرض آخر مرة من خلال برق النار الذى كان مسرعا في اكتنافنا فلما اندفعنا



في داخل الشمس وأحاط بنا ضوءها الناري إحاطة تامة من جميع الجهات أخذ الترمومتر الذى معنا يرتفع بسرعة عظيمة وسرعان ما وصل الى ملايين من الدرجات ، والآن وقد صرنا على مقربة من مركز الشمس فإنه يسجل ما يقرب من ٤ مليون درجة . ولن يكون من السهل علينا اذا ما عدنا الى الأرض أن نتخيل شيئا من مدلول مثل هذه الدرجات من الحرارة ، لكن لعل في ذكر حقيقة واحدة ملموسة ما يساعدنا في هذا التخيل . إننا اذا استطعنا أن نأخذ من جيبننا قطعة من ذات الخمسة القروش ونسخنها الى درجة حرارة مركز الشمس فان حرارتها تكون كافية لأن تجعل كل كائن حى على بعد آلاف من الأميال منها يذبل .

واذا أمكن أن يكون هناك ما هو أشد غرابة من درجات الحرارة خارج صاروخنا كان ذلك هو الضغوط المحيطة به من الخارج . فالضغط فوق سطح الأرض يبلغ نحو ١ رطلا على البوصة المربعة الواحدة ، وهذا هو القدر اللازم لحمل ثقل الجو ومن ثم نسميه ضغطا جويا . والضغط في داخل مِرجل قاطرة الاكسبريس البخارية الحديثة يبلغ نحو ٢٠ ضغطا جويا ، لكن الضغط عند مركز الشمس قدر الضغط الجوى ٤٠ ألف مليون مرة . فبينما يحدث وزن جو الأرض ضغطا جويا واحدا عند سطح الأرض يحدث وزن الشمس كلها — الذى هو أكبر من هذا بكثير — ضغطا عند مركز الشمس قدره ٤٠ ألف مليون ضغط جوى .

إن تسخين أية مادة من المواد يمتدها عادة بينما تعريضها لضغط عال

يقلصها . فالمادة التي عند مركز الشمس تريد أن تتمدد لتسخينها — الى نحو . ٤ مليون درجة فهرنهايتية — وتريد كذلك أن تنقلص لتعترضها لضغط — يبلغ نحو . ٤ ألف مليون جو . ويتنهي النزاع بين هذين العاملين المتضادين بفوز الضغط وإن كان فوزا ضئيلا . فمادة مركز الشمس لا تنضغط انضغاطا عظيما — لأن الحرارة العالية تحول دون ذلك — لكنها مع ذلك منضغطة أكثر من أى شيء نعرفه على الأرض كما سنرى بعد لحظة .

### حتى الذرات تنحطم

قد رأينا كيف أن ما يبلغ حتى الآلاف القليلة من درجات الحرارة يكفي لاحالة كل المواد العادية الى بخار ، وليس أثر ذلك مقصورا على صهر الجمد (ice) الى الماء أو تحويل الماء الى بخار وإنما يتعداه الى فك مفصل جزيئات البخار الصغيرة المنفصلة فتُحلل الواحدة منها الى الذرات الثلاث المكونة لها : اثنتين من الإيدروجين وواحدة من الأكسجين . كل ذلك كما نعرفه قبل أن نبدأ سياحتنا لأن مبيّنات الأطياف لدينا كانت أنبأتنا بأن كل ضوء الشمس والنجوم تقريبا منبعث من جزيئات قد انحلت الى الذرات المكونة لها . ولا نجد إلا في عدد قليل من أبرد النجوم عددا قليلا من جزيئات غير منحلة ، وتلك الجزيئات من أنواع ممتازة بشدة تماسكها .

إن مبيّنات الأطياف ترينا في أجواء النجوم الأكثر حرارة أنه حتى الذرات نفسها أخذت تتحل بفعل الحرارة الشديدة . إن كل ذرة لها عند مركزها جسيم عظيم الأهمية عظيم الكتلة يعرف بالنواة ، وقد نظم حوله عدد من

الجسيمات أقل أهمية وأقل كتلة تعرف بالكهارب (أو الالكترونات) . وكل الكهارب متشابهة تمام التشابه ولذا يمكن استبدال بعضها ببعض لكن النويات ليست بالمتشابهة ولا بالممكن استبدال بعضها مكان بعض . فنواة ذرة الايدروجين تختلف من جميع الوجوه عن نواة ذرة الأكسجين وهذا الفرق بين النواتين هو الذى يسبب فى الواقع كل ما بين الايدروجين والأكسجين من فروق .

هذا اذن هو كل ما تتركب منه الذرة — نواة واحدة وعدة كهارب . وجميع هذه الجسيمات الدقيقة مشحونة بالكهرباء بحيث أن كل نواة تجذب كهاربها حولها ، فتمسك الاثنين الأقرب اليها بقبضة قوية جدًا وتمسك عددا آخر أقل قربا ، يبلغ فى الغالب ثمانية ، بقبضة أقل قوة ، وتمسك بقية الكهارب التى هى أبعد عنها وأقرب الى خارج الذرة بقبضة أضعف . بل الواقع إن أقرب الكهارب الى الخارج ممسوك مسكا هو من الضعف بحيث أن الحرارة الضئيلة للهب الشمعة أو نار الفحم تستطيع أن تطلق سراح بعضه ولذا يجب أن تتوقع انفلات عدد من الكهارب بفعل الحرارة الأشد : حرارة أجواء الشمس والنجوم . إن ذرة الأكسجين الكاملة تحتوى نواة حولها ثمان من الكهارب وتدل مبيّنات الأطياف على أن كثيرا من ذرات الأكسجين فى أجواء أحرّ النجوم قاطبة قد فقدت بالفعل اثنين من كهاربها بل ثلاثة فى بعض الحالات . ولا تستطيع مبيّنات الأطياف أن تنفذ الى بواطن النجوم وهى أشدّ حرا من ظاهرها ، لكننا نستطيع أن نؤكد أن ذرة

الأكسجين هناك تكون قد فقدت أكثر من اثنين أو ثلاثة من كهاريها الثمانية . فاذا ما اقتربنا من مركز الشمس حيث تبلغ الحرارة عدة ملايين من الدرجات فلا بد أن تكون ذرات الأكسجين قد انحلت تماما . فنحن نعرف قوة القبضة التي بها تمسك نواة الأكسجين أقرب كهاريها اليها وهذه القوة ليست بكافية لمقاومة الحرارة المريعة التي في مركز الشمس . وإذا دققنا التعبير قلنا انه لا وجود لذرات أكسجين عند مركز الشمس وإنما هناك مجموعة متنوعة من نويات وكهارب مندفعة في مختلف الجهات بلا نظام البتة .

وهناك أنواع أخرى من الذرات أكبر كتلة من الأكسجين فيها تمسك النواة الكهارب الأقرب اليها بقبضة هي من القوة بحيث أن درجة حرارة ٤ مليون لا تكفى لتفكيكها . فاذا كانت هذه الذرات عند مركز الشمس فإن بعض نوياتها لا بد أن يكون لا يزال ممسكا بأقرب كهريين اليه ، مكونا نوعا من ذرة مصغرة جدا . وتكون مادة مركز الشمس من مجاميع لاحصر لها من هذه الذرات المصغرة ، وفي وسطها وبين ثناياها يطير في غير انتظام ما هو أصغر منها من الكهارب المنفصلة ومن أجزاء الذرات الأخرى المنحلة تمام الانحلال .

كل هذه الأشياء متحركة بانطلاقات عالية مخيفة ناشئة على الأخص من الحرارة العظيمة . ولو أتيت لنا أن نقيس انطلاقات الكهارب المنحلة وهي تميز بنوافذ صاروخنا مرور البرق لوجدنا أنها في المتوسط تبلغ ٣٠ ألف ميل

في الثانية — أى قدر سرعة رصاصة البندقية العادية ١٠٠ ألف مرة .  
ونستطيع أن نرى بوضوح كاف أن أجزاء الذرات المنحلة لا يمكن أن تعود  
فتتألف الى ذرات كاملة وهى تُرجم باستمرار بقذائف تتحرك بسرعه كهذه .

### رحلة فى الزمن

وقبل أن نتجه بصاروخنا راجعين الى الأرض فلنكلفه خدمة واحدة  
أخرى فى طوقه تماما أن يؤدبها لنا : هى أن يرجع بنا الى الوراء فى الزمن .  
لنرجع الى الوراء فى الزمن ٣٠٠٠ مليون سنة ثم لنسح فى الفضاء على  
مقربة من الشمس ولنرغب السنين تمررنا تباعا . إن السنين فى ذلك الوقت  
لم تكن موجودة على التدقيق لأن السنة هى الزمن الذى تستغرقه الأرض  
لاتمام دورة كاملة حول الشمس ، ولا أرض هناك فى الوقت الذى قد صرنا  
اليه ، فلقد عدنا الى الوراء لا إلى ما قبل حلول الانسان فى الأرض فحسب  
ولكن الى ما قبل وجود أى أرض يصح أن يطأها الانسان .

ومع ذلك فاننا نلاحظ أن الشمس فى رأى العين لا تكاد تختلف عما  
هى عليه فى هذه الأيام فهى أكبر بقليل جدا مما هى اليوم وأكثر قليلا  
فى الانارة وأشد قليلا فى الحرارة ، لأن الثلاثة الآلاف من ملايين السنين  
التي رجعناها الى الوراء فى الزمن ليست إلا يوما فى حياة الشمس لم يكد  
يبدو للعمر أثر فيها خلال تلك الفترة .

لكننا من ناحية أخرى لانكاد نعرف السماء اذا نظرنا اليها بأعين سنة ١٩٣١  
ميلادية . إن النجوم لا تقطع مسافة طويلة فى فترة حياة واحد من الناس لكننا

تقطع في ٣٠٠٠ مليون سنة مسافة هي من الطول بحيث لا نستطيع معها أن نتعرف على أية علامة من العلامات المألوفة أو أية كوكبة من الكوكبات . فالسواء تبدو غريبة عنا كما تبدو السماء الآن في الجنوب لسائح وقد أتى من الشمال .

فكلما كرت السنين أماننا آلافا بعد آلاف وملايين بعد ملايين تغير مظهر السماء باطراد : تغير الكوكبات أشكالها وتغير النجوم لمعانها كلما اقتربت أو ابتعدت ، فالنجم الذي كان في حقبة من الدهر ألمع نجوم السماء يبعد حتى يصير ضعيف الضوء ثم يختفي في النهاية عن الأنظار ، ونلاحظ عندئذ أنه لا يكاد يوجد في السماء كلها نجم له من اللعان ما للشعري اليمانية اليوم فنبدا ندرك أن الشعري تجمع لنا بين القرب وبين اللعان الذاتي وهو جمع نادر الوجود ومع ذلك فقد غلبت الشعري اليمانية على أمرها في اللعان مرة على الأقل .

### مولد عالمنا

ويدنا نحن نجول قريبا من الشمس نرقب منظر السماء المتغير في فترة ما بين ألفي مليون سنة وثلاثة آلاف مليون سنة مضت إذا بنا نلاحظ نجما يزداد لمعانه بالتدرج حتى يبرز جميع النجوم الأخرى في الإشراق ويسدو في النهاية ألمع من الشعري الى غير حد . ولمعانه راجع الى شدة قربه أكثر من رجوعه الى شدة بريقه الذاتي فانه في الواقع قد أصبح من الشمس على قرب خارق للعادة وهو يهوى نحو الشمس في خط يكاد يكون مستقيما ثم هو لم يعد يبدو بمجزة نقطة ضوئية فاننا نراه قرصا كبيرا ، وقد أصبح الآن من القرب بحيث أخذت آثاره الميكانيكية تبدأ في الظهور . فكما أن القمر بقربه من

الأرض يحدث مداً وجزراً في محيطاتنا كذلك هذا الجسم الذى هو أعظم كثيراً من القمر يحدث وقد اقترب من الشمس مداً وجزراً في جوها النارى ولما كانت كتلته أكبر كثيراً من كتلة القمر كان المدا الذى يحدثه أعظم الى غير حد من الذى يحدثه القمر فى الأرض. وتزداد هذه المدود فى الكبر حتى يكون جو الشمس تحت النجم مباشرة جبلاً ضخماً يبلغ ارتفاعه آلاف كثيرة من الأميال، وهذا الجبل يتنقل على سطح الشمس تبعاً لتحرك النجم الذى سببه بحيث يظل تحته دائماً وهو سائر فى طريقه فى الفضاء. وعند النقطة المقابلة لهذا الجبل فى الناحية الأخرى من سطح الشمس يظهر جبل آخر أصغر من هذا ويظل دائماً مقابلاً للجبل الأصيل وكلما اقترب النجم استمر ذاتك الجبلان المديان يزدادان ارتفاعاً حتى اذا صار النجم الآخر فى النهاية قريباً من الشمس قرباً يملأ معه جزءاً كبيراً من السماء دخلت فى الحساب ظاهرة جديدة : ذلك أن قوة جذب النجم كانت الى الآن تجذب قمة الجبل الأكبر فى اتجاه مضاد لقوة جذب الشمس وكانت هذه دائماً هى المتغلبة أما الآن فقد صار النجم الثانى من القرب بحيث ترجح كفته بغاة ويتغلب على الشمس فى الجذب فتنفصل قمة الجبل مارقة نحوه. ولما كان انفصالها يخفف الضغط عن أجزاء الجبل السفلية فان هذه أيضاً تمرق الى أعلى ثم تتبعها فى المروق الأجزاء التى تحتها وهكذا ، وبذلك يمرق نحو النجم الثانى سيل من المادة منبعث من الشمس واذا استمر هذا النجم يقترب من الشمس فسيبلغه طرف هذه النافورة من المادة فى الوقت المناسب ، وستصل مادتها بين النجمين كما يصل قضيب بين كرتين من الحديد (أنظر اللوحة ١٨) .

لكن النجم الآخر ليس في الواقع متجهاً صوب الشمس مباشرة لأنه بعد أن يصير قريباً منها جداً يمر في طريقه في آخر الأمر دون أن يصطدم بها بالفعل وكلما أبتعد عنها نقصت قوة جذبها المدى وبطل انتزاعها مادة الشمس من الشمس . أما النافورة التي كانت قد انفصلت من الشمس فهي الآن فتيل طويل من غاز ساخن رقيق معلق في الفضاء شكله قريب من شكل السيجار مدبب عند نهايته وأبعد نقطه الآن عن الشمس كانت في الأصل قمة الجبل المدى . أما وسط السيجار السميك فيتكون من المادة التي خرجت بغزارة لما كان النجم في أقرب أوضاعه من الشمس وكان جذبها المدى أقوى ما يكون . وأما الطرف المدبب الأقرب إلى الشمس فيتكون من رذاذ المادة الرقيق الذي كان آخر شيء غادر الشمس قبيل أن يصير الجذب المدى للنجم أضعف من أن ينزع منها شيئاً آخر من مادتها .

هذا الفتيل من الرشاش الناري الذي على شكل السيجار يبرد بالتدريج حتى ونحن نرقبه وفي أثناء ذلك يتكاثف نقطاً متفرقة منفصلة كما تتكاثف بخابة من البخار نقطاً من الماء . على أن هذه النقط كالفتيل نفسه منشآت هائلة أحجامها ذات أبعاد فلكية ومن الطبيعي أن تكون أكبر ما يكون قرب وسط السيجار الغليظ حيث كانت مادة الفتيل أكثر تراكماً، وأن تكون أصغر ما يكون عند الطرفين .

وفي النهاية تبدأ هذه النقط المادية المفصلة تتحرك في الفضاء أجساماً منفصلة وهي لا تسقط ثانياً في الشمس لأن جذب النجم الآخر الذي نراه



الآن من بعيد يتعد قد ولد فيها الحركة . وإذا لم يصادف أن تكون حركتها هذه نحو الشمس مباشرة فأنها لن تسقط في الشمس وإنما تسير في أفلاك حولها ، وهذه نتيجة مباشرة لقانون الجاذبية الذى كان منذ آلاف الملايين من السنين كما هو الآن . وقد يكون بعض هذه الأفلاك دائريا تقريبا في حين أن البعض الآخر كبير الاستطالة . وبينما نحن نرقب الأفلاك ملايين بعدد ملايين من السنين نراها تغير أشكالها بالتدرج بغاية البطء ، ذلك لأن نقط المادة المتكاثفة ليست تتحرك في مسارات سهلة لا عقبة فيها إذ الكارثة المائلة التى شاهدناها قد تركت الفضاء مفعما ببقاياها ، وعلى النقط الكبيرة أن تشق طريقها فيه . وفيما هى تفعل ذلك لتغير أشكال أفلاكها بالتدرج حتى تصبح فى النهاية بعد آلاف الملايين من السنين متحركة حول الشمس فى أفلاك تكاد تكون دائرية كما هو حال السيارات فى يومنا هذا ، وما تلك الأجسام فى الحقيقة إلا السيارات نفسها . والمنظر الحافل الذى شاهدناه من صاروخنا الخيالى هو منظر لا بد فى الطبيعة من حدوثه حتما كلما اقترب نجم من نجم قريبا كافيا . والنهاية التى يستقر عليها الأمر تشبه النظام الشمسى لدرجة هى من الدقة بحيث تبرر بحق فرضنا أن هذا فى الواقع هو الكيفية التى جاءت السيارات بها الى حيز الوجود . فبقدر ما نستطيع أن نحكم من نظام السيارات وحركاتها يظهر راجحا جدا أنها قد انفصلت من سطح الشمس بقوة الجذب المدى لنجم صادم أن مر قريبا جدا من الشمس منذ بضعة آلاف من ملايين السنين .

لقد سبق أن لاحظنا كيف أن جو الشمس يحتوى البلاتين والرصاص

ومعظم المواد التي نجدها على الأرض وها نحن أولاء نرى الآن أن الشمس يجب حتما أن تحتوى بالضبط نفس المواد التي تحتويها الأرض فان الأرض ما هي إلا نوع من عينة من الشمس قد تجمدت ، ولا نستطيع بالطبع أن نقول ما ذا من المواد الأخرى قد يكون موجودا في أعماق الشمس إذ ليس هناك وسيلة تستطيع تلك المواد بها أن تكشف لنا عن نفسها ، لكن مما له دلالة أن كل المواد التي على الأرض تقريبا تشاهد في جو الشمس بواسطة مبین الاطیاف ولم يوجد للآن سبب يحملنا على الظن بأن جو الشمس يحوى أى مادة لا وجود لها على الأرض .

---

## الفصل الثالث

### أسرة الشمس

الآن وقد عاد بنا صاروخنا سالمين الى أرضنا اليوم ، فلندقق النظر في المستعمرة الصغيرة التي تكاد تكون منعزلة تماما في الفضاء، والتي نعتقد أنها البقايا المهشمة لما قد كان وقتما نجما عاديا، تلك المستعمرة التي تحتوى أنواعا شتى من الأجسام ما بين كبير ومتوسط وصغير وصغير جدًا مما لا بد لنا من درسه واحدا بعد الآخر .

#### السيارات التسعة

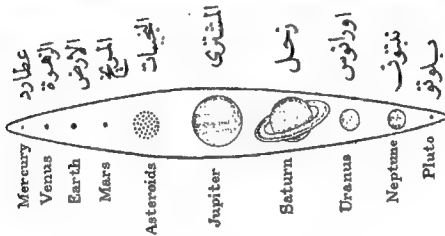
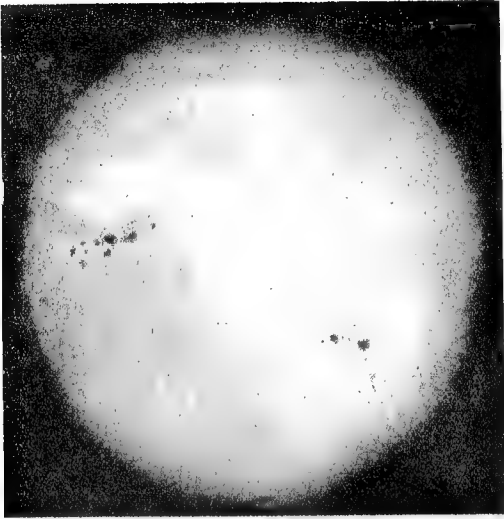
لننظر أولا الى أكبر أفراد هذه المستعمرة وهى السيارات التسعة الرئيسية، هذه تتحرك حول الشمس في مسارات دائرية تقريبا وتكاد تشبه خيل حلقة اللعب تحب أو تركض حول "سيد الحلقة" وكلها تدور في اتجاه واحد لا بد أن يكون طبعها الاتجاه الذى كان النجم الطواف الذى بعث بها الى الوجود يتحرك فيه حول الشمس . ولقد كانت الطريقة التى تولدت بها المجموعة الشمسية سببا فى أن لا يكون لمزور أفرادها سوى طريق واحد، كما هو شأن المروور فى ميدان بيكاديللى<sup>(١)</sup> فحركة المروور فيه أسرع ما تكون فى أقرب المناطق الى المركز فاذا ما بعدنا عن المركز كانت الحركة أبطأ حتى اذا بلغنا طرف الميدان بطؤت حتى صارت مجزؤ زحف — على الأقل بالنسبة الى المروور السريع

(١) ميدان دائرى واسع بلندن .

قرب المركز — وفي الحق إن أبعد السيارات وأبطأها يقطع ما يقرب من ثلاثة أميال في الثانية وهذه سرعة تكاد تكون قدر سرعة القطار السريع مائتي مرة لكنهما في الفلك سرعة لا تعدو الزحف . فالسياران عطارذ والزهرة وهما يمثلان المرور السريع قرب المركز يتحرك أولهما بسرعة قدر السرعة السابقة عشر مرات ، وثانيهما بسرعة قدرها سبع مرات ، وستعرف سبب ذلك كله قيا بعد أما الآن فلا يعيننا إلا الحقائق المجردة .

وقبل أن تترك ميدان بيكاديللى يجب أن نفهم أننا لا نستطيع أن نمثل المجموعة الشمسية بوضع تمثال إيروس<sup>(١)</sup> في الوسط ليمثل الشمس وإطلاق تسع عربات سيارة تلف حوله لتمثل السيارات التسعة فإن التمثال أكبر كثيرا من أن يمثل الشمس والعربات أعظم كثيرا من أن تمثل السيارات التسعة . إننا إذا أردنا أن نضع نموذجا ليمثل المجموعة الشمسية بدقة طبقا لمقياس رسم صحيح وجب أن تمثل الشمس بجسم صغير جدا كالحصاة مثلا ونمثل السيارات التسعة على نفس المقياس ببذور صغيرة وحببات من الرمل وذرات من التراب ومع كل ذلك فإن ميدان بيكاديللى لا يكاد يتسع عندئذ إلا لفلك بلوتو وهو أبعد السيارات كلها . تصوّر وجود حمصة وتسعا من بذور صغيرة وحببات رمل وذرات تراب في ميدان كبير تدرك عندئذ أن المجموعة الشمسية لتكون في أساسها من فضاء خلاء، وهنا يسهل عليك أن تفهم لماذا تبدو السيارات في السماء بذلك الصغر الذى تبدو به .

(١) تمثال وسط ميدان بيكاديللى .

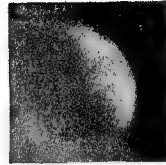


الشمس والسيارات مرسومة بمقياس واحد

السيارات مرتبة حسب بعدها عن الشمس ومنها نرى كيف تزايد أقطارها حتى المشتري ثم تناقص ،  
والمرسوم تبعا لمقياس واحد هو الأقطار فقط لا المسافات لأن هذه لوروعي فيها مقياس واحد  
لكات الأرض على بعد ١١ ياردة وبلوتو على بعد ربع ميل من الشمس

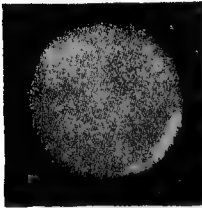


الزهرة



تحت الأحمر

فوق البنفسجي



فوق البنفسجي

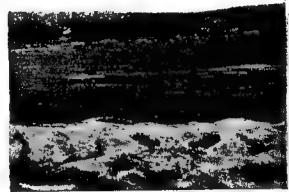


تحت الأحمر

المريخ



البنفسجي



تحت الأحمر

منظر على الأرض

### الزهرة والمريخ

تبين الصورتان السفليتان كيف أن الضوء البنفسجي لا يكاد يصور إلا الجوفان المدينة البعيدة (سان جوز) لا تكاد تبين من خلال  $13\frac{1}{4}$  ميل من الهواء في حين أن الضوء تحت الأحمر يمتدق بسهولة  $13\frac{1}{4}$  ميل من الجوف والزهرة يحيط بها الجوف لدرجة يتحقق معها الضوء حتى تحت الأحمر منه في الوقوع على سطح صلب فيها . وللمريخ جو متميز كما يبين من الصورة فوق البنفسجية التي إلى اليسار لكن الضوء تحت الأحمر يمتدق هذا الجوف بسهولة و يصور السطح الدائم للسيار . ويدل القياس الدقيق على أن صورة فوق البنفسجي أكبر بمقدار يذكر من صورة تحت الأحمر وهذا يشير إلى أن الجوف المريخي يمتد إلى ارتفاع عظيم

ومع ذلك فالمجموعة الشمسية مزدهجة جدا إذا قارناها بمعظم الفضاء فإذا كانت خمسة وتسعة أجسام أصغر منها في ميدان بيكاديللي تمثل الشمس وسياراتها فإن أقرب النجوم إلينا يمكن أن تمثله بذرة صغيرة ملقاة بالقرب من برمنجهام إذا كان كل ما بين المكانين فضاء خلاء وبذلك نرى مرة أخرى مقدار انزغال المجموعة الشمسية في الفضاء .

### عطارد

الآن فلنبحث في السيارات بالتفصيل . إن أقربها للشمس عطارد وهو من القرب منها بحيث نراه دائما في السماء بجوارها . وكان عند اليونان قصة يتوارثونها مؤداه أن عطارد هو الصديق الحميم لأبلو وهو الشمس ، وهما لسوء الحظ صديقان بلغ من شدة اتصالهما أننا لا نرى أبدا عطارد في السماء ليلا لأن ذلك يباعد بينه وبين الشمس أكثر مما ينبغي . وإذا لم يكن لدينا مبرق غير ما نستطيع أن نرجوه هو أن نرى عطارد في السفر غربا بين نجوم السماء عقب غروب الشمس مباشرة وإلا ففي الشرق بين نجوم الصباح قبيل الفجر مباشرة ، بل إن هذا يتطلب أن يساعدنا الحظ والحظ يالأسف في كل تسعة أيام من عشرة في مثل موقعنا الجغرافي لا يساعد ، ذلك لأن عطارد يكون عادة مختبئا في السحب أو في ضباب الأفق أما في المواقع الجغرافية الأدنى من موقعنا ف رؤية عطارد أسهل بكثير .

وعطارد في سياحته حول الشمس يكون تارة في أقرب جانبي الشمس

(١) مدينة تبعد عن لندن بمقدار ١٠٥ ميلا . (٢) Twilight

(٣) في إنجلترا . (٤) رؤيته بمصر صعبة نسبيا .

الينبا وتارة في أبعدهما عنا ، فإذا ما توسط بيننا وبين الشمس بالضبط وقع ضوء الشمس على جانبه البعيد عنا وبذلك يكون وجهه الذى نحونا مظلماً كله وفى مثل هذه الأوقات يمكن أن يرى عطارد قرصاً صغيراً أسود ماراً أمام قرص الشمس اللامع ، أما إذا كان فى غير ذلك من المواضع فانا نستطيع من الأرض أن نرى جزءاً من وجهه المضاء وهذا الجزء الذى نراه منيراً قد يتدرج شكله من هلال رفيع كالقمر الجديد الى الدائرة الكاملة التى نراها عندما يكون السيار فى الجانب البعيد عنا من الشمس ، وهذا هو السبب فى ظهور أوجه عطارد كأوجه القمر وفى إظلام الجزء الغير المضاء من وجهه إظلاماً تاماً على الدوام وهذا يدل على أنه لا ينبعث ضوءه هو وإنما بضوء الشمس الساقط عليه ، ويصدق هذا على السيارات كلها .

### الزهرة

هى الكوكب الذى يلى عطارد فى الترتيب ، وبعدها عن الشمس قدر بعد عطارد مرتين لكنها مع ذلك من القرب من الشمس بحيث أنها لا ترى فى السماء ليلاً إلا نادراً بل ترى عادة كعطارد إما فى السفر بين نجوم المساء أو فى ضوء الفجر بين نجوم الصباح وهى بلا شك ألمع أجرام السماء بمراحل بعد الشمس والقمر .

وللزهرة أوجه كما لعطارد وللقمر وهذا نتيجة كوننا لا نرى عادة كل نصفها المضاء . كذلك فى حركتها حول الشمس يتغير بعدها عنا تغيراً تبدو معه كأنها تتغير فى الحجم كما تتغير فى الشكل .



وتظهر الزهرة أكبر ما تكون إذا كانت في أقرب أوضاعها إلينا وعندئذ تكاد تكون بيننا وبين الشمس تماما ويكون شكلها الظاهري عندئذ كهلال ظريف يشبه الهلال الجديد ، أما بقية الوجه الذى تستقبلنا به فتكون كلها في ظلام . وبعدها عنا في أبعد أوضاعها — وهى عندئذ تكاد تكون وراء الشمس بالضبط — قدر بعدها عنا في أقرب أوضاعها نحو ست مرات ولذا يبدو حجمها سدس ما تكون عليه في أقرب أوضاعها إلينا، وفي تلك الأوقات يسقط ضوء الشمس على جميع الوجه المتجه نحونا فيبدو من أجل ذلك دائري الشكل كالقدر التمام .

ويتغير لمعانها الظاهر تبعاً لشكلها وبعدها، فتبدو ألمع ما يكون وهى على شكل هلال القمر الذى عمره ٥ أيام (راجع لوحة ٩) وعندئذ تظهر ألمع من الشعري اليمانية اثنتى عشرة مرة . ولولا أن قربها من الشمس يحول دون رؤيتها على أتم وجه لكان تلالؤها في تلك الحالة مخيفاً ومع ذلك فعند ما يفيض لمعان الشمس من نور الزهرة يكون أكثر غضا من نور غيرها مما هو أضعف منها من الكواكب، ولذا عند ما ينجم المساء تكون الزهرة غالباً أول كوكب يظهر في سماء الغرب وسط السفر المزداد. وقد تكون الزهرة في أوقات أخرى ”كوكب صباح“ ممتازا بشدة السطوع، ويغلب أن تكون آخر كوكب يضمحل نوره في ضوء النهار، ولهذا السبب كان الاعتقاد السائد أنها كانت ”كوكب بيت لحم“ الذى رآه المجوس في الشرق. وقد تكون في بعض الأحيان من اللعان بحيث لا يقوى ضوء الشمس الكامل نفسه على أن

يطمسها تماماً فكثيرا ما رؤيت بالعين المجردة في ريمان النهار حتى عند الظهيرة أحيانا. ومن المستطاع بواسطة مرقب ولو كان متوسط القوة أن نتبع حركتها وهي تعبر السماء بجانب الشمس في ضوء النهار الساطع من الصباح الى المساء.

### الأرض

الأرض هي التي تلى عطارد والزهرة في الترتيب من حيث البعد عن الشمس وهي أكبر قدرا من أيهما ولو أنها لا تزيد على الزهرة إلا قليلا جدا والترتيب التصاعدي لأقدار الكواكب الثلاثة: عطارد ثم الزهرة ثم الأرض هو نفس ترتيبها التصاعدي من حيث البعد عن الشمس وهذا يتفق تماما مع فرض أن السيارات نشأت عن تكاثفات حدثت في قتل من الغاز سيجارى الشكل وتكون النهاية المدببة للسيجار هي طبعاً أصغر السيارات كلها وهو عطارد (أنظر لوحة ١٩ المقابلة لصفحة ٥٤) .

وقد رأينا كيف ان عطارد والقمر ، وكلاهما أصغر كثيرا من الأرض ، لا جولا لما إذ أن قوتى جاذبيتهما أضعف من أن تحتفظ بجو . أما الزهرة والأرض فكلاهما كبير كبرا يدرأ عنهما هذا النقص .

ولما كانت الزهرة والأرض متساويي القدر تقريبا وكان من المحتمل جدا أن تاريخي حياتهما متشابهان كان من المنتظر عقلا أن يكون جواهما متشابهين ، لكنهما في الواقع مختلفان جدا ، وعلى الأخص في أن الأكسجين الذي يكون جزءا كبيرا من جو الأرض نادر جدا ، على ما يظهر ، في جو الزهرة إن كان له وجود قط . ولنا نعلم أن الأكسجين يتحد بالمواد الأخرى بسهولة

عظيمة فشلا يحدث مثل هذا الاتحاد عند ما تحترق المواد أو تنأكل أو تصدأ . وإذا كان الأمر كذلك فلا داعي لأن نستغرب أنه لم يبق في جوف الزهرة إلا قليل من الأكسجين إن كان قد بقي فيه شيء . إنما الذي كان يجب أن يدهشنا لو لم نكن نعرف سببه هو وجود الأكسجين على هذه الكثرة في جوف الأرض . والسبب في ذلك هو أن كل شجرة وكل عود من الحشيش على الأرض هو بمثابة مصنع أكسجين ، فالخضرة على الأرض تضمن استمرار مدد الأكسجين وعجزنا عن العثور على أى مقدار يذ كر من الأكسجين في جوف الزهرة يحملنا على أن نفرض أن ليس على سطحها خضرة وإذن يرجح أيضا أن لا تكون عليها حياة من أى نوع .

### السيارات الأبعد

إن عطارد والزهرة هما من القرب الى الشمس في الفضاء بحيث إننا نراها دائما قريبين منها في السماء . والسيارات الستة التي لم نتكلم عنها لآن تتحرك حول الشمس في دوائر تقع خارج فلك الأرض ، وإذا نظرنا الى هذه السيارات الأخرى من مكاننا القريب من الشمس فانها لا تظهر دائبة الدوران حول الشمس فحسب ، بل دائبة الدوران حولنا أيضا ولذا كثيرا ما نراها في سماء الليل الخالك في اتجاهات بعيدة عن الشمس ، وهذه الظروف تجعل السيارات الأقربين الى الأرض وهما المريخ والمشتري يبدوان غميين رائعين والواقع أن هذين السيارين قد يكونان في خير حالتهما ألمع أجرام السماء كلها . فهما وإن كانا يبلغان نحو عشر الزهرة في لمعانها إلا أن الزهرة مصباح يشتعل معظم الوقت

في ضوء النهار أو في السقر في حين أن المريخ والمشتري شمعتان تحترقان في ظلام الليل فليس عابها أن يتنافسوا مع ضوء الشمس القوى . أما السيارات الأخرى كلها فأضعف من هذين بكثير فزحل وهو ألمعها لا يبدو إلا كوكبا عاديا جدا ، وأورانوس يكاد يعجز العين المجردة أن تراه ، لكن نبتون أبعد من حدود مدى الابصار ، وبلوتو أبعد منها بكثير فلكى نرى بلوتو لا بد لنا من مرقب قوى .

والمريخ الذى هو أول ما نصادف عند ما نخرج في الفضاء مبعدين عن الشمس أصغر بكثير من الأرض ، فقطره لا يزيد على نصف قطرها إلا قليلا فهو أذن يخرق الى حين القاعدة التى تنص على أن السيارات يزداد قدرها كلما ازدادت بعدا عن الشمس . لكن المشتري الذى يلى المريخ يعود فيؤيد القاعدة تأييدا إذ أنب قطره قدر قطر الأرض إحدى عشرة مرة تقريبا ووزنه قدر وزنها ٣١٧ مرة ، والواقع أن وزنه يبلغ أكثر من ضعف وزن كل السيارات الثمانية الأخرى مجتمعة ، ولما كان هو السيار الأوسط لأنه خامس تسعة فلا بد أن يكون مخلوقا من الجزء الأوسط للفتيل السيجارى الشكل حيث كانت المادة أغزر ما يكون ، وهذا يتفق مع كونه أكبر وأثقل السيارات كلها . فإذا ما تجاوزنا المشتري تناقصت أقدار السيارات وأوزانها باطراد اذ نكون قد تخطينا وسط السيجار وأخذنا تقترب من الطرف الرفيع . فزحل الذى يلى المشتري يحتوى من المادة قدرا أقل من ثلث مادة المشتري في حين أن السيارات الثلاثة الأخرى أصغر بكثير جدا من زحل . والحقيقة أن بلوتو وهو في النهاية الأخرى المدببة للسيجار لا يكاد فيما يظهر يزيد في قدره على عطارد .

## مناخات السيارات

المركب هو قبل كل شيء آلة لجمع مقدار عظيم من الضوء من كوكب أو مجموعة كواكب حتى إذا جمعه سلطه كله على عين الانسان أو على لوحة فتغرافية — شأنه في ذلك بالضبط شأن البوق الأذن يجمع مقدارا عظيما من الصوت ويرسله الى أذن الانسان الأصم . كذلك يجمع المركب مقدارا عظيما من الحرارة وقد ابتكرت آلات لقياس هذه الحرارة بغاية الضبط وأصبحت تلك الآلات من الحساسية بحيث إن المركب الكبير يستطيع أن يقيس الحرارة التي تبعثها شمعة موقدة على بعد مئات من الأميال ، وهو يقيس بسهولة تامة مقدار الحرارة المنبعثة من السيارات الأقرب الى الأرض ومن النجوم الألع من غيرها .

ونستطيع أن نقول بوجه عام إنه قد وجد أن السيارات ترسل من الحرارة ما يكاد يساوى بالضبط ما تتلقاه من الشمس لا أكثر . وقد عرفنا من زمن بعيد أنها لا تتير إلا بما تعكسه من الضوء — أى أن النور الذى ينبعث منها ليس إلا الضوء الذى تتلقاه من الشمس وتعكسه — وقد ثبت الآن أن هذا يصدق أيضا على حرارتها . وعند ما نشأت تلك الكواكب أول مرة كقطع من الرشاش النارى المقذوف من الشمس كانت حتما شديدة الحرارة ، ولا بد أنها قد بعثت من ذات نفسها حرارة حامية ، لكن قد مضى منذ ذلك الحين ٢٠٠٠ مليون سنة وهو وقت يكفينا كي تبرد فيه تماما فلم يعد فيها أية حرارة ذاتية وصارت إنما تدفأ بقدر ما تدفئها الشمس ، ويلزم من ذلك

أنها كلما بعدت عن الشمس ازدادت برودة — كما هو شأن المعسكرين المصطلين بالنار .

ولنا في الحقيقة أن نتصور الشمس والنجوم كأنها مجموعة عظيمة من نيران معسكرات مبعثرة في الفضاء ، ففي أعماق الفضاء القاصية البعيدة عن تلك النيران تكون البرودة شديدة — نحو  $٨٠^{\circ}$  من الصقيع ، وكلما دخلنا نحو الشمس أو بالطبع نحو أية نار من نيران المعسكرات الأخرى وصلنا الى درجات حرارة أنسب وأوفق ، لكن علينا أن ندخل مسافة طويلة قبل أن نصل الى الحالة التي يصح أن نصفها بأنها مريحة — أو بالأحرى التي يمكن أن تكون فيها حياة . والسيارات الأبعد ، وهي بلوتو ونبتون وأورانوس وزحل ، لابد أن تكون أبرد من كل ما لقينا على الأرض بل إن المشتري نفسه تكاد برودته تكون فوق التصور ، فمقدار الحرارة التي نتلقاها منه يبين أن درجة حرارته لابد أن تكون  $٢٧٠^{\circ}$  فرنهيتية تحت الصفر ( $١٣٢^{\circ}$  مئوية تحت الصفر) ، وهذه البرودة ليست بكافية لتجميد الماء فحسب بل إن أكثر الغازات شيوعا كغازات جونا تستحيل فيها الى سوائل . ومع ذلك فالسيارات ليس خلوا من النشاط بالمرّة فان هناك علائم خاصة تظهر في جوّه وتبقى زمنا ثم تختفي كما تفعل سحب المطر التي في جو الأرض ( أنظر لوحة ٢٢ المقابلة لصفحة ٦٧ ) . فالسحب التي في المشتري لابد على هذا أن تكون مكوّنة من ثاني أكسيد الكربون أو من غاز آخر يتكاثف عند درجات في غاية الانخفاض .

فاذا ما وصلنا الى المريخ وهو السيار الذى يلى الأرض صادفنا أحوالا أقل مضابقة، ومع ذلك فسطح المريخ أغلبه تحت درجة التجمد فإنك اذا أخذت بقعة على خط استوائه فى الظهر عند ما تكون الشمس فيه ضاربة بأشعتها فوق الرؤوس تماما فإنك ربما وجدتها فى الدفء مثل لندن فى عصر بعض أيام نوفمبر . لكن المريخ كما تعلم ليس له من الجو إلا قليل لا يساعده على الاحتفاظ بهذه الحرارة ، كما أن نوع النور الذى يبعث به الينا يدل على أن سطحه كسطح القمر يتكون على الأكثر من رماد بركانى وهذا أيضا ليس له قدرة على احتزان الحرارة ، لذلك تنخفض درجة الحرارة فيه بغاية السرعة كلما مالت الشمس واقترب الليل فيبدأ الصقيع قبل المساء ولا بد أن يكون البرد عند منتصف الليل على خط استواء المريخ كالبرد عند قطبنا الشمال .

وأرضنا فى درجة حرارة يصح أن توصف بأنها مريحة ، لكنا إذا تابعنا السير واقتربنا من الشمس وجدنا أن السيارات الأقرب اليها وهما الزهرة وعطارد ليسا كالأرض فى ذلك ، فالزهرة أحر من أن تكون مريحة وعطارد أحر منها بكثير فنقطة معرّضة للشمس على عطارد هى فى الحرارة تقريبا مثل نقطة على سفود فوق نار حامية <sup>(١)</sup> .

### هل على المريخ حياة ؟

فالأرض إذن هى السيار الوحيد الذى يظهر أن درجة حرارته ملائمة لنوع الحياة الذى نعرفه . وأخطر منافس لها فى ذلك جارها العظيم البرودة ،

(١) السفود الحديدية يشوى بها (Grill) .

المرئخ ، وقد رأى كثير من الفلكيين علامات عليه فسروها بأنها ترع ويعتقدون بأنها منشأة مصنوعة ، غير أنه ليس في الصور الفتغرافية للسيار ما يدل على أن سطحه فيه من الآثار ما يمكن أن ينسب إلى كائنات تعقل ، وما هنالك من دليل على وجود تلك الآثار يكاد مصدره للآن لا يعدو المشاهدة بالعين مباشرة ، وعين الانسان مشهورة بأنها كثيرة التوهم وغير جديرة بأن يعتمد عليها اذا أرغمت على العمل في ضوء غير كاف ، فقد أثبتت تجارب مختلفة أن العين التي تجاهد في ضوء ضعيف كي تدرس حدود الأشياء تنزع لأن تصل بخطوط مستقيمة لا وجود لها بين البقع المنيرة والبقع المظلمة التي على جسم مضاء بنور ضئيل ، كالخطوط التي ظن راصدو المرئخ القدماء أنهم رأوها عليه . ويتفق مع هذا أيضا أن الراصدين القدماء زعموا أنهم رأوا علامات شبيهة جدا بهذه على عطارذ والزهرة ومع ذلك نعرف الآن أن السطح المرئي للزهرة يتركب من سحب فقط ، أما عطارذ فواضح أنه غير صالح للحياة . وقد اعتاد الراصدون في عصور أقدم من تلك أن يضعوا علامات من نوع شبيه بهذا على الخرائط التي رسموها للقمر وقد تبين أن بعض هذه العلامات بخذا فيراها من صنع الخيال في حين أن البعض الآخر الموجود حقا ليس بالترع . طلقا ، والتاريخ الاجمالي لمثل تلك العلامات هو أنها فيما يظهر قد وضعت في الأصل في رسوم عملت في ضوء غير كاف بواسطة قوة مكبرة غير كافية وإذن فقد اختفت في ضوء علم أوفى من علم الأقدمين . من أجل ذلك كله يؤثر معظم العلماء ألا يحكموا على الحياة المزعومة في المرئخ حتى تؤكد الآلة الفتغرافية أنها موجودة حقا .



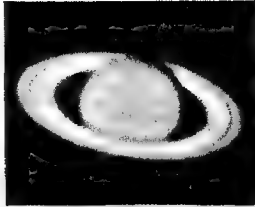
ومع ذلك لا نزاع في أنه يلحظ على المزيخ تغيرات فصولية خاصة ففي خلال شتاء السيار تتكون من غير شك "قلنسوة" من الثلج الأبيض حول القطب الشمالى فإذا أقبل الصيف ذابت فيتغير بذوبانها شكل الأرضى التى إلى جنوبها، ويظن بعض الفلكيين أن هذه التغيرات قد تكون متسببة عن نمو أعشاب خضرة يعين عليه تدفق مياه الجمد المنصهر، ويبدو لآخرين أكثر احتمالا أن تكون هذه التغيرات متسببة عن سقوط مطر يروى صحراء من رماد بركانى لاحياة فيها .

ويظهر على العموم أن احتمال وجود الحياة على المزيخ أو على أى سيار آخر فى المجموعة الشمسية لا يمكن أن يسمى احتمالا قويا، وعلى الرغم من أنه لا يزال هناك مجال لاختلاف كبير فى الآراء يبدو لى محتملا جدا أن الحياة التى على أرضنا هى الحياة الوحيدة الموجودة فى الأسرة الشمسية إن جاز أن النجوم الأخرى النائية تشمل بين أفراد أسرها سيارات معمورة بالحياة .

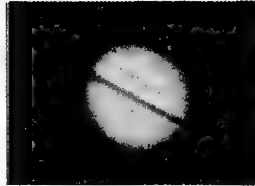
### توابع السيارات

معظم السيارات تصحبها حاشية من التوابع أو الأقمار متناسبة فى العدد مع قدر السيار وجلاله . فلكل من زحل والمشتري وهما أكبر السيارات تسعة توابع، ولأورانوس وهو الذى يليهما قدرا أربعة توابع فى حين أن السيارات الأصغر منه فيها ماله تابعان أو تابع واحد أو ما ليس له تابع بالمره . ونحن نعتقد أن التوابع قطع اترعت من السيارات كما اترعت السيارات من الشمس على اثر سلسلة من الحوادث تشبه أن تكون واحدة فى الحالين .

فالنظريات الرياضية تبين أن هناك حول كل جسم كبير في الفضاء ما يصح أن يكون منطقة خطر يلجها الجسم الصغير بمجرد ما يصير على بعد خاص من الجسم الكبير يمكن حسابه ، فإذا ولجها أصبحت قوة جذب الجسم الكبير إياه أعظم من أن يقوى على احتمالها فتمزقه إربا إربا ، ولا يتسنى لجسم صغير أن يدخل المنطقة الخطرة لجسم كبير ويخرج منها سليما معافى وإن كان مقدار ما يحقق به من أذى يتوقف على طول مدة مكثه داخل المنطقة الخطرة ، ونحن نعتقد أن الشمس في جولانها على غير هدى في الفضاء في عهد بعيد قد ولجت منطقة الخطر لنجم أكبر منها حجما وأعظم كتلة فكان عاقبتها أن تمزقت بالطريقة التي سبق أن وصفناها (أنظر صفحة ٤٩ أعلاه) فانفصل عنها من المادة ما كَوْن فتىلا سيجارى الشكل منه تولدت السيارات ، وقد رأينا كيف أن هذه السيارات لم تكن لتسير أول أمرها في الأفلاك الدائرية المنتظمة التي تسير فيها الآن وإنما كانت حركاتها أبعد عن الانتظام بحيث كان من الممكن أن تؤدي بها إلى منطقة الخطر التي حول الشمس ، وفي هذه الحالة كانت تمزق كما تمزقت أمها الشمس من قبلها . ويظهر من الراجح جدًا أن توابع السيارات ولدت بهذه الطريقة ، بل إن مجموعات التوابع شديدة الشبه بالمجموعة الشمسية الأصلية إلى حد يكاد يضطرنا إلى أن نفرض أنها قد نتجت عن نفس العملية التي نتجت عنها المجموعة الأصلية ، وإذا كان الأمر كذلك فالشمس هي أم السيارات وجدة توابعها .



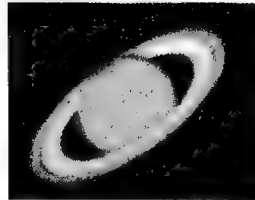
١٩١٦



١٩٢١



١٩٠٩

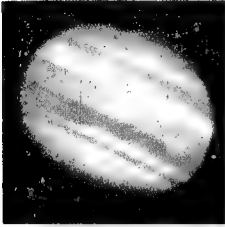


١٩١٢

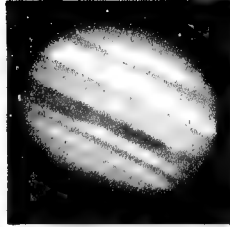
## زحل

صور مأخوذة في أربع سنين مختلفة تبين أربع وجّهات مختلفة من زحل ومجموعة حلقاته

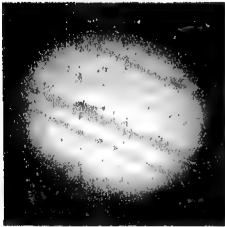
[عن و. ه. رايت بمركزك]



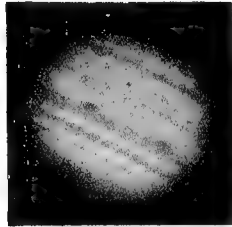
فوق البنفسجي



بنفسجي



أحمر



تحت الأحمر

### المشترى

المبارمُصور في أربعة ألوان ضوئية - وفوق البنفسجي والبنفسجي منها يبينان معظم التفاصيل مما يوحى بأن العلامات التي على المشترى علامات بقوة كما يتبين ذلك أيضا من عدم دوامها

## حلقات زحل

زحل أدعى السيارات الى الاهتمام من وجوه كثيرة ، وهو حقا أكثرها استلفاتا للنظر في مظهره ، فليس له تسعة أقمار لحسب ولكنه أيضا محوط بثلاث حلقات مستوية دائرية تكون نوعا من الهدب أو النطاق حول المنتصف (أنظر لوحة ٢١) ، وقد اكتشفها جليليو أول مرة في سنة ١٦١٠ . وكانت هناك تكهنات عدة بشأن حقيقتها ، ففي سنة ١٧٥٠ قال توماس رايت "إنه إذا أتيح لنا أن نبصر زحل من خلال مرقب كفء لذلك فسنرى حلقاته ليست إلا عددا لا نهاية له من سيارات صغيرة أضال من تلك التي نسميها توابعه " .

وقد ثبت صدق هذا التخمين بمخالفته ففي سنة ١٨٥٩ جاء الرياضي الكبير دجى ماكسويل فوصف الحلقات بأنها "من وجهة النظر العالمية البحتة أعجب الأجرام السماوية" وأقام البرهان الرياضي على أن حقيقتها لا بد أن تكون من قبيل ما خطر لتوماس رايت . وفي سنة ١٨٩٥ جاء الفلكي الأمريكي كيلفرزاد الأمر تأكيداً ببعض أرصاد له بينت أن مادة الحلقات تتحرك دائما حول السيار ، لكن حركة الأجزاء الخارجية من الحلقات أبطأ من حركة الأجزاء الداخلية . كذلك نجد أن حركة المرور هنا ، كما في المجموعة الشمسية ، كلها ذات اتجاه واحد وأن أبطأها أبعداها عن المركز الخارجى . وما كنا لنستطيع بأية حال من الأحوال أن نقف على ذلك لو كانت الحلقات مصممة لكما ما كنا لنجد غير هذا لو كانت مكونة من ملايين الأقمار الصغيرة .

وهناك كل ما يدعو الى الظن أن هذه الأقمار الصغيرة قطع من جسم كان يوما ما قرا عاديا كاملا من أقمار زحل . ومن الراجح أن هذا القمر دخل منطقة خطر زحل وهي لا يدخلها جسم صغير ويبقى سليما فباء بالعقوبة المعتادة وتحطم إربا إربا . فكما أننا نعتقد أن في الزمن الغابر مر نجم فزق الشمس مكونا بذلك أسرتها الحالية وأن الشمس مزقت زحل وكونت أقماره ، كذلك نعتقد أن زحل نفسه مزق أقرب أقماره اليه ملايين من القطع الصغيرة وبذا كَوْن مجموعة حلقاته — فهي جيل ثالث من الأجرام الفلكية .

ومع ذلك فالعمليتان ليستا متشابهتين تماما . فالشمس لم تمكث داخل منطقة خطر النجم الأكبر إلا قليلا لأنها كانت متحركة في الفضاء بسرعة حسنة حملتها خارج منطقة الخطر قبل أن تتمزق تماما . كذلك كان مكث زحل داخل منطقة خطر الشمس موقوتا الى أجل . أما تابع زحل فقد كان يقطع مسارا دائريا حوله . وسبب وقوعه في منطقة الخطر أن هذا المسار الدائري كان ينقبض فيقل مداه بالتدريج ، فكان من سوء حظّه أن دخل منطقة الخطر بطريقة جعلته عاجزا أبدا عن أن يخرج منها ، ومن أجل هذا تقطع إربا إربا . ولا يمكن أن يكون هناك إلا قليل من الشك في صواب هذا الظن فاننا نستطيع أن نحسب المسافة التي تمتد إليها منطقة خطر زحل فنجد أن أقرب توابع زحل اليه يقع قريبا جدا من محيطها لكن من الخارج ، وهذا ما يجب أن يكون بالفعل ليزل التابع سليما ، أما الحلقات فتقع داخل تلك المنطقة .

ولسنا نجد في المجموعة الشمسية تابعا ذا قدر معقول يدور في منطقة



### مذنب هالي كما رصد في ٧ مايو سنة ١٩١٠

هو أشهر المذنبات كلها وربما كان هذا المذنب هو الذي "أظلم بيت المقدس على شكل سيف" قبل تخريب المدينة سنة ٦٦ بعد الميلاد والذي ظهر قيل فتح إنجلترا سنة ١٠٦٦ بعد الميلاد وكان ظهوره في سنة ١٧٥٩ طبق تنبؤات هالي المبينة على قانون الجاذبية مما أقتنع الناس بأن مجيئه وذهابه يتبعان هذا القانون لا قرب نزول الكوارث بالأرض



مذنب بروك كما رصد في ٣ نوفمبر سنة ١٩١١  
 الاستطالة القليلة في آثار النجوم ناشئة عن تتبع المذنب لا النجوم بالمرقب طول مدة التعريض  
 البالغة ١٥ دقيقة (انظر كذلك لوحة ٢٣)



خطر سياره . وأقرب توابع المشتري إليه قريب جدا من منطقة خطر المشتري فمن المحتمل على ما يظهر أن هذا التابع على مر الزمن يقترب ثم يقترب من المشتري ، ولا بد أن يأتي وقت في المستقبل غير السحيق يدخل التابع فيه منطقة الخطر لهذا السيار العظيم ويتمزق ، وعندئذ يحاط المشتري بحلقات كما هو شأن زحل الآن .

وبنفس الطريقة لا مناص لقمرونا نحن ، وإن في المستقبل البعيد جدا ، من أن يقترب من الأرض شيئا فشيئا حتى يصير في النهاية قريبا منها قربا يحول بين القمر وبين السلامة ، وعندئذ ينفذ فيه القضاء نفسه فلا يكون للأرض بعد ذلك قمر وانما تكون كرحل محوطة بنطاق من الحلقات . وهذه الحلقات ستعكس من ضوء الشمس لا أكثر مما يعكسه القمر الحالى فحسب ولكن ستجعل الأرض في نور البدر الكامل طول الليل في كل ليلة .

وعلى الرغم من أن هذا سيزيد من غير شك في بهجة الحياة فإن تكون الأمور من بعض النواحي مريحة كما هي الآن إذ سيكثر تصادم بعض الأقمار ببعض وستتناثر أجزاء تقع على الأرض كالصخور الضخمة تسقط من السماء .

### النجومات

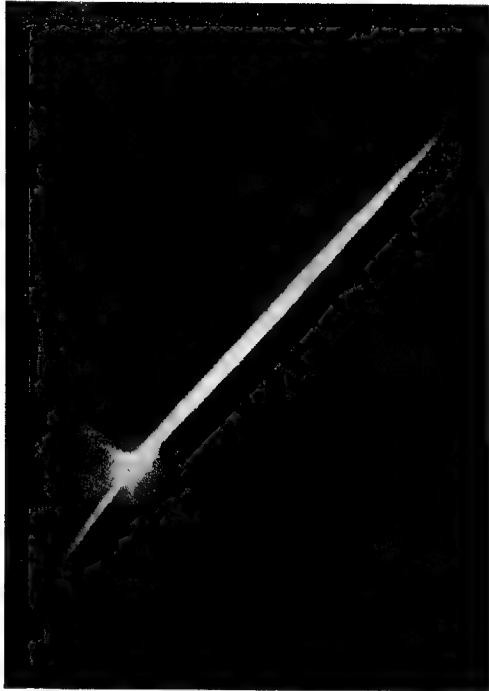
وبين المريخ والمشتري آلاف من أجسام صغيرة تسمى "بالنجومات" أو "السيارات الصغرى" تسير حول الشمس باستمرار بالطريقة العادية لحركة المرور ذات الاتجاه الواحد المعروفة في المجموعة الشمسية . وهذه النجومات أيضا يرجح أن تكون القطع التي تنثر إليها جسم كبير واحد . ان هناك شقة

واسعة سعة غير عادية بين المريخ والمشتري ، ومن المحتمل على ما يظهر أن قد كان يدور في فضاءها سيار واحد عادى الحجم وحل به القضاء لما دخل منطقة خطر المشتري .

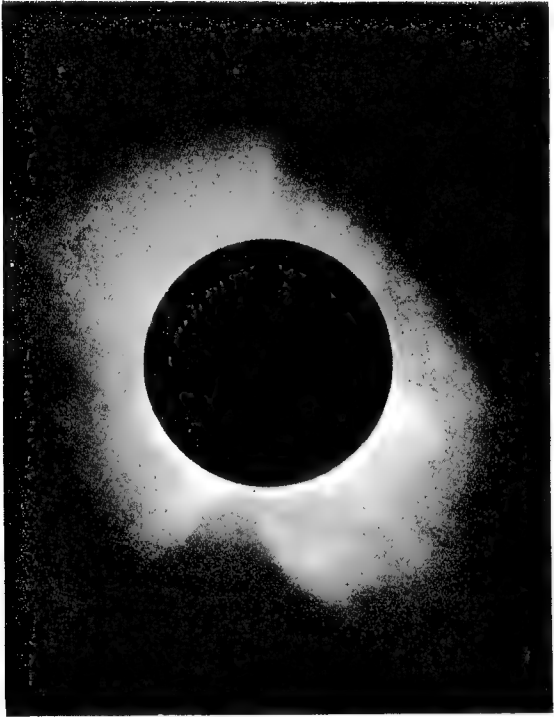
### المذنبات والشهب

بقية الأسرة الشمسية أجسام صغيرة حقا ، وفي مقدمتها من حيث الكبر والأهمية المذنبات . والمذنبات تشبه السيارات في أنها تدور ثم تدور حول الشمس ، وتختلف عنها في أن مساراتها في الغالب متطاولة جدًا ولذا قد يكون المذنب في وقت من الأوقات بعيدا جدًا في أعماق الفضاء الباردة وفي وقت آخر قريبًا جد القرب من الشمس . والمذنبات لا ترى عادة حتى تُعترض تمامًا لضوء الشمس وحرارتها، وعندئذ تظهر بل وتستريح من أبصار الناس واهتمامهم ما لا يتناسب أبدا مع أهميتها الحقيقية . وهي أيضا تُمزق عند ما تلج المنطقة الخطرة المحيطة بجسم كبير مثل الشمس أو المشتري ، والقطع التي تنفصل عنها تكون عندئذ همرات<sup>(١)</sup> من حجارة نسميها النيازك . ويحدث أحيانا أن تمر الأرض من خلال إحدى هذه الهمرات بحيث يعلق بجوها بعض النيازك وعندئذ ترتفع حرارة النيازك الى درجة الابيضاض لاحتكاكها بالهواء فنشاهد ما يعرف بالعرض النيزكي - أى همة من الشهب . وقد تنطبق مسارات تلك الهمرات النيزكية في حالات قليلة تمام الانطباق على المسارات السابقة لمذنبات قد اختفت وفي ذلك برهان مقنع كل الاقتناع

(١) جمع همة وهي كما مر الدفعة من المطر .



شهاب منفجر  
اقتصر هذا الشهاب الكبير في الهواء أثناء تصويره



### الهالة الشمسية في كسوف سنة ١٩١٩

أخذت هذه في قسم الطرف الذي أخذت فيه لوحة ١٥ لكن بتعريض أطول. ويرى تنوء آكل  
النمل فيها شاحبا ضعيفا

أن المذنبات قد تمزقت الى كتيبة من أجسام أصغر منها . والواقع أن تاريخ المجموعة الشمسية كله في معظمه عبارة عن قصة واحدة طويلة لأجسام كبيرة تكسرت الى أجسام صغيرة لا بسبب التصادم المباشر وحده بل بسبب أقوى يرجع الى قوى تجاذبية كملك التي تحدث المدّ والجذر على أرضنا مزقت تلك الأجسام إربا إربا .

وأغلب النيازك لا يتجاوز قدر الجوزة أو الحصاة إن بلغه ، وهي من الصغر على الإجمال بحيث إنها تبخر عن آخرها قبل أن تصيب الأرض ، مخلفة وراءها أثرا لامعا من رماد مضى ليس غير . ونهاية هذا الأمر تحدّد لنا النقطة التي عندها يستحيل النيزك كله الى بخار وتكون عادة أعلى من سطح الأرض بأميال كثيرة . على أنه قد يحدث من آن لآخر أن يكون النيزك أكبر من أن يتبخر عن آخره في أثناء طيرانه السريع عبر الهواء وعندئذ يصيب ما تبقى منه الأرض حجرا نيزكيا ، وكل أجزاء الأرض بالطبع عرضة لأن ترمى بتلك الحجارة التي تبدو كأنها ساقطة من السماء . وينبئنا كتاب يوشع كيف "أنزل الله حجارة كبيرة من السماء" وقدما ذكر الكتاب كثيرا غير هذا من حوادث تساقط الحجارة . وقد حفظ كثير من النيازك الساقطة وبعضها ذو قدر مذكور ووزن هائل .

وفي أريزونا بخوة عظيمة تشبه فوهة البركان يزعم الناس أنها تكوّنت في العصور التي قبل التاريخ من اصطدام نيزك ضخم كأنه الجبل . ولم يسقط في السنوات الحديثة أى نيزك يصح أن يقرن بهذا في القدر ، وإن كان قد سقط في سيبيريا سنة ١٩٠٨ نيزك كبير جدّا سبب سقوطه ريحا خربت

الغابات أميالا حوله فلم تكذب في مساحة تبلغ ١٠٠ ميل مربع شجرة واحدة قائمة .

### ما عمر الأرض ؟

يوجد في الأرض وفي هذه الحجارة النيزكية مواد معينة يتغير تركيبها بالتدريج مع مرور الزمن فإذا لاحظنا المدى الذى بلغه هذا التغير أمكننا أن نحس عمر كل من الأرض نفسها ومن الحجارة التى تسقط عليها من الفضاء الخارج عنها . وقد وجد أن كلا من الأرض والنيزكيات مر عليه نحو ٢٠٠٠ مليون سنة منذ تجده، وهذا يدل فيما يظهر على أن كليهما نتيجة كارثة وقعت منذ نحو ذلك العدد من السنين .

وحتى الأجسام الصغرى الأصغر من هذه النيازك تدور حول الشمس كأنها سيارات متناهية فى الصغر، وهذه تشمل جسيمات صغيرة وهباءات من التراب وذرات فرادى بل وقطعا من الذرات المتكسرة . وقد يعكس بعض تلك الجسيمات ضوء الشمس بعد غروبها فتحدث الظاهرة المعروفة بالنور البروجى ومنها ما قد يعكس ضوء الشمس حين اختفائها وراء القمر وقت الكسوف فيحدث ما يسمى بالهالة الشمسية — وهى نوح من جو من تراب أضاءته أشعة الشمس المكسوفة ( انظر لوحة ٢٦ ) .

كل واحد من هذه الأجسام — من الشمس العظيمة نفسها والسيارات المارء، المشتري، الى أدق هباءة من التراب فى أسرة الشمس — كل له حركة مرسومة مقدورة، ترسمها وتسيطر عليها قوة الجاذبية التى يجب أن نبجها الآن .

## الفصل الرابع

### وزن النجوم وقياسها

قد رأينا فيما مر مبلغ أهمية قوة الجاذبية لأنفسنا ولعلم الفلك : فهي التي تبقى القمر مربوطا الى الأرض ، وترسم لجميع السيارات مساراتها وجميع أفراد أسرة الشمس الأخرى ، وهي التي تثير المدود والجزور في محيطاتنا كما قد أثارت في الشمس حسب ما نعتقد مدودا وجزورا أعظم كثيرا من هذه كانت منذ نحو ألفي مليون سنة سبب وجود الأرض وسبب وجودنا في النهاية بالتبع . وهي أخيرا السبب في بقائنا أحياء بجملها الأرض على أن تبقى قريبة من الشمس بدلا من أن تفرق في أعماق الفضاء الجليدية .

فلنجهتهد أن نتفهم عن ماهية هذه القوة شيئا أكثر قليلا من الذي نعرفه .

### قوة الجاذبية

لا يستطيع أى إنسان أن يرفع طنا ، والذي يمنعه من ذلك قوة الجاذبية — أو التثاقل كما نسميها عند ما تعمل فوق الأرض — فهي تجذب الثقل نحو الأرض فلا يقوى الانسان على مغالبتها .

كذلك نجهد من المستحيل علينا أن نقذف كرة ”الكريكت“ إلى بعد ميل ، تمنعنا عن ذلك نفس القوة ، فهي تجذب الكرة على الدوام نحو الأرض وتتيح كل مرة في النزول بها الى الأرض قبل أن تقطع ميلا : إن من السهل علينا أن نقذف يدنا الكرة بسرعة ٢٠ ميلا في الساعة وإذا لم يجذبها

التناقل نحو الأرض فانها تقطع ميلا في كل ثلاث دقائق وتكون بعد سنة قد تغاقلت في الفضاء ١٧٥ ألف ميل بعيدا عن الأرض . لكن الواقع أن التناقل يعترض هذه الحركة بجذبه الكرة نحو الأرض باستمرار .

ولنضرب مثلا من نوع آخر : يتحرك القمر فوق رؤوسنا في الوقت الحاضر بسرعة تبلغ نحو ٢٣٠ ميل في الساعة فلو لم يكن منجذبا نحو الأرض لاستمر يتحرك في نفس اتجاهه الآن بنفس سرعته الحالية ولا تهى به سفر سنة الى مكان في الفضاء بعيد عن الأرض بنحو عشرين مليون ميل ، لكنه بدلا من هذا يدور ثم يدور حول الأرض : يخفى مساره نحوها باستمرار كما يخفى مسار كرة الكريكييت .

رأى السير إسحاق نيوتن أن هذا الانحناء المستمر نحو الأرض في مسار القمر إنما يعنى أن الأرض تجذب القمر جذبا مستمرا ، ومربحا خطره أن هذا الجذب لابد أن يكون شديدا بالجذب الذى تجذب به الأرض الأجسام القريبة من سطحها . ويروى أن أول ما وجه خاطره الى هذا تفاحة رآها تسقط في حديقته فقاده ذلك الى قانونه الشهير ، قانون الجاذبية ، الذى ينص على أن كل جسم فى العالم يجذب كل جسم آخر مهما كان بعيدا عنه .

وحديثا أبان أينشتين أن الوضع الرياضى الذى صاغ به نيوتن هذا القانون ليس غاية فى الدقة ، كذلك قد تبين أن طبيعة الجذب تختلف اختلافا مذكورا عما تخيله نيوتن فنحن لم نعد نتصورها مجزدة بقوة ميكانيكية كقوة شد القاطرة القطار ، لكن الفرق بين نيوتن وأينشتين لا أهمية له فيما نحن بصدد الآن .



## دراسة الجاذبية

يستطيع علماء الطبيعة أن يدرسوا بالتفصيل قوة التجاذب هذه في معامل الأرض وفي ذلك المعمل الأعظم معمل السموات الذى لا تتفك الفطرة تجرى فيه التجارب بمقاييسها الهائلة وتبيح لنا أن نرقب نتائجها .

ان الجسم كلما ازدادت كتلته ازدادت قوة جاذبيته ، وجسم الأرض العظيم هو من ضخامة الكتلة بحيث يحقر بجانبه كل ما سواه مما يمكن أن نلقاه في حياتنا العادية ، حتى إننا لا نشعر عادة بأية قوة من قوى الجاذبية عدا التثاقل الأرضى ، وفي هذا ما يغرينا بأن نحسب قوة الجذب من خصائص الأرض وحدها ومع ذلك فالقياسات الدقيقة التى لا يمكن إجراؤها إلا في المعامل تدل على أن كل جسم له قوة جذبه الخاصة به .

وكما هو الشأن في كل قوى التفاعل بين الأجسام تكون قوة جذب أول جسمين لثانيهما مساوية بالضبط في المقدار لقوة جذب ثانيهما للأول فنحن لهذا السبب نكون على صواب تام عند ما نتكلم عن قوة الجذب بين جسمين ١ ٢ فان هذا معناه إما جذب ٢ لـ ١ أو جذب ١ لـ ٢ ولا فرق مطلقا بين الاثنين في المقدار ، ولنا في سقوط التفاحة الى الأرض دليل مباشر على جذب الأرض التفاحة . لكن ليس بتلك السهولة يمكن الحصول على دليل وجود الجذب المساوى لهذا بالضبط ، جذب التفاحة الأرض ، بفذب هذا مقداره له أثر كبير في جسم صغير كالتفاحة لكن أثره في كتلة الأرض الضخمة لا يحس بالمرة .

وقد وجد أن قوة تجاذب جسمين تتوقف على مقدار المادة التي بهما لا على طبيعة مادتهما . فمثلا الجذب الذي تجذب به الأرض طنا من الرصاص يساوى الجذب الذي تجذب به طنا من الماء أو طنا من الرمل أو طنا من أية مادة أخرى ، وهذا هو الأصل العلمى الذى يقوم عليه الوزن فى التجارة العادية كلها فالعطار عند ما يزن رطلا من الشاى يعادل فى الواقع بين جذب الأرض كمية من الشاى وجذبها كمية من الحديد أو الشبه اتخذت عيارا للرطل ، فإذا تساوى الجذبان تساوى الوزنان : وزن كمية الشاى ووزن كمية الحديد أو الشبه .

وطنان من المادة لهما بالضبط ضعف قوة الجذب التي لطن واحد وهلم جرا وهذا هو السبب فى أن العطار يستطيع أن يزن رطلين من الشاى بمعادلة جذب الأرض الشاى بجذبها رطلين منفصلين مجتمعين .

## وزن الأرض

ومع ذلك فإذا تباعد جسمان فإن قوة التجاذب بينهما تنقص ، وأنا لنعرف بالضبط كيف تنقص قوة الجذب تبعا لزيادة المسافة بحيث نستطيع دائما أن نحسب حساب تأثير المسافة ، فالمجرب يمكنه فى المعمل أن يقيس الجذب الذى يحدثه طن من الرصاص فى طن آخر من الرصاص يبعد عنه مسافة معلومة ، وإذا عرفنا هذا نستطيع أن نحسب ما إذا يجب أن يكون عليه وزن الأرض لكي تحدث ما تحدث من جذب لطن من الرصاص ، أو لكرة "الكريكت" فى مرورها السريع ، أو للقمر . وجذب

الأرض سواء أكان لطن أم لكزة الكريكييت السريعة المرور أم للقمر يدل على أن وزن الأرض يبلغ حوالى ٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ طن .

### وزن الشمس

منذ عهد نيوتن برهنت الحقائق الفلكية فوق كل شك غير جزاف صدق ما تقزّره من أن قوة الجاذبية هذه ينفذ أثرها في أقطار الفضاء . فكل جسم يجذب كل جسم آخر نحوه مهما كان بعده عنه ، وتفاحة نيوتن لم تؤثر في الأرض وحدها يجذب ولكن في كل نجم في السماء وقد تأثرت بسقوطها حركة كل نجم ، ونحن لا يمكننا أن نحرك أصبعنا دون أن نحدث اضطرابا في كل النجوم .

وقوة الجذب هذه هي التي بها تضبط الشمس حركات كل أسرتها المتزامية الأطراف من سيارات ومذنبات وشهب وما الى ذلك ، يستوى في ذلك المشتري بكتله الضخمة وأصغر هباءة من التراب تشترك بنصيبها الضئيل في تكوين ضوء منطقة البروج أو الهالة الشمسية . وهذا نعرفه من أنها جميعا تتبع المسارات التي يمكن التنبؤ لها بها حسب قانون الجاذبية .

وكما أننا نستطيع حساب وزن الأرض من جذبها القمر، كذلك يمكننا أن نحسب وزن الشمس من جذبها الذى تجذب به الأرض أو أى سيار آخر لتمنعه من أن يفلت منطلقا في الفضاء . والسيارات كلها تتضافر في تأكيد أن وزن الشمس قدر وزن الأرض ٣٣٢.٠٠٠ مرة، فكل أوقية من المادة في الأرض لها نظير في الشمس يقرب جدا من الطن .

ولما كان للشمس هذا الوزن الضخم كانت قوة جذبها هائلة ، فالرجل الأيّد اذا وقف على سطح الشمس لا يكاد يقوى على رفع سبعة أرتال ولا يقدر أن يقذف كرة "الكريكت" الى أبعد من ياردتين أو ثلاث بل ان هذه الأعمال المتواضعة لا يكون في مقدوره أن يقوم بها إلا اذا كان قد خلق من فولاذ . أما اذا كان من دم ولحم عاديين فان وزنه على سطح الشمس يكون كافيا لأن يدكه دكا .

وبينا تجذب الشمس كل أفراد أسرتها هذا الجذب الهائل إذا بهؤلاء أيضا يتجاذبون تجاذبهم الصغير فيما بينهم ، فنجد مثلا أن أى سيار أو نجمة أو مذنب يؤدى به مساره الى حيث يكون قريبا من المشتري يخرج به إخراجا ظاهرا عن مساره جذب هذا السيار المارد له . ولقد أشار بعضهم بالفعل الى احتمال أن لا يكون قمر المشتري المتطرفان قد تولدا منه قط وإنما قد يكونان نجميين أوقعهما في أسر المشتري قوة جذب الضخمة — أى أنها أخرجهما بعيدا عن فلكيهما الأصليين لدرجة اضطرا معها الى أن يدورا حول المشتري منذئذ . وهذا على ما يظهر في غاية الاحتمال لأن هذين القمرين الصغيرين لا يدوران حول خط استواء المشتري وإنما يجتازان جوه من الشمال الى الجنوب ومن الجنوب الى الشمال بدلا من الشرق الى الغرب . وأقصى أقمار زحل هو والقمر الفرد الذى لتبتون لهما حركات شبيهة بهذه ، وقد يكون من الممكن — وإن كان إمكانا فيه بعد — أن أحدهما أو كليهما قد أسر بنفس الطريقة ، بل ان السيارات الصغرى تحدث قوة جذب تلاحظ ، والفلكى الذى يحاول

أن يتنبأ بمسار سيار أو مذنب في المستقبل يجب أن يدخل في اعتباره كل تلك القوى كبرها وصغيرها .

### اكتشاف أقصى السيارات

كان المظنون منذ قرن أن أورانوس أقصى سيارات الأسرة الشمسية، وقد حسب المتجمون المسار الذي يجب أن يتبعه أورانوس بعد أن أدخلوا في حسابهم قوى جاذبيات الشمس وجميع السيارات الأخرى المعروفة، لكنهم وجدوا أن أورانوس لا يلتزم الفلك الذي قدروه له التزاما دقيقا . عندئذ بدأوا يشتبهون في أنه لا بد أن يكون هناك سيار آخر غير معروف يجذب أورانوس فيقصيه عن مساره ، وفرض الفلكيان الشابان أدمز الانجليزى الكبيردجى ولقرئيه الفرنسى الباريسى على نفسيهما حل المعضلة واكتشاف أى سيار هذا وأين يجب أن يكون لكى تفسر قوة جذب سلوك أورانوس الشاذ . وقد تبين لما آن الأوان أن السيار المسبب للاضطراب موجود في نفس الموضع الذى تنبأ به أدمز ولقرئيه بالضبط تقريبا وهو يعرف الآن بالسيار نبتون .

وحديثا أعاد التاريخ نفسه وتكرر الموقف عينه إذ أن أورانوس ظل غير ملتزم بدقة مساره المتنبأ به حتى بعد أن روعيت في الحساب قوة جذب نبتون وبدأ الفلكيون يشتبهون في أنه لا بد أن يكون هناك سيار آخر أبعد من نبتون نفسه يجذب أورانوس فيخرجه عن مساره ، وفي هذه المرة كان الرجل الذى حسب كيف يجب أن تكون حركة السيار الجديد المزعوم أمريكيا هو

الأستاذ برسفال لويل بمرصده فلاجستاف بأريزونا . وبعد بحث استمر ١٥ سنة — ويا للأسف بعد موت لويل — اكتشف السيارى فى مارس سنة ١٩٣٠ قريبا قريبا لا بأس به من المكان الذى تنبأ لويل بأنه لا بد موجود فيه ، كما ظهر أنه متحرك حركة قريبة جدًا من الحركة التى تنبأ له بها . هذا هو السيار بلوتو الذى اكتشف حديثا والذي يبعد عن الشمس قدر بعدنا عنها نحو ٤٠ مرة — وهو من عظم التوغل فى الفضاء بحيث يستغرق فى إتمام سياحته حول الشمس ٢٥٠ سنة، ومن البعد عن ضوء الشمس وحرارتها بحيث يرجح جدا أن لا تكون مياهه هى المتجمدة كلها لحسب بل جوه أيضا لا بد متجمد، إن كان له جو .

ولقد كان اكتشاف كل من أقصى السيارات هذين وهما نبتون وبلوتو نتيجة الثقة التى يستشعرها الفلكيون فى قانون الجاذبية، وكان فى اكتشافهما تبرير كاف لهذه الثقة . ولو أننا سئلنا عن سبب اعتقادنا فى قانون الجاذبية فربما كان أبسط جواب نستطيع أن نجيب به هو أنها تمكنا من اكتشاف سيارات جديدة، وإن كان أقرب من هذا الى الاقناع أن يجاب بأن هذا القانون يمكننا من التنبؤ بحركات جميع السيارات المعروفة .

### وزن النجوم

لم نتكلم للآن إلا عن مستعمرة الأجسام الصغيرة التى نسميها المجموعة الشمسية، لكننا نرى بعيدا جدا فى أعماق الفضاء — أبعد من نبتون وبلوتو وأقصى حدود المجموعة الشمسية — مستعمرات أخرى مكتظة هى من

البعد عنا بحيث لا سبيل لنا إلى أن نبصر فيها أجساما صغيرة كالسيارات والمذنبات حتى ولو كان لها وجود، لكننا نرى طوائف من النجوم لا تتفرق بل تظل في الفضاء متجاورة متقاربة، ومن الطبيعي أن نحس أن الجاذبية هي التي تربط بعضها ببعض، شأن الأسرة الشمسية .

وتؤلف المستعمرة التي يظن أنها أقرب من كل ما سواها من ثلاثة نجوم اثنين على جانب من اللعان لا بأس به وواحد في غاية الضعف (ص ١٠٤ بعد) لكن هناك مستعمرات أبسط حتى من هذه . وأبسط نوع من هذه المستعمرات وهو الذي نصفه "بالمجموعة الثنائية" يتركب من نجمين اثنين فقط يدور كل منهما في فلك حول الآخر كطفلين يدوران ويرقصان وكل منهما ممسك بيدي زميله، أو كرميلين في "رقصة الفاليس" فهما يتحركان بالضبط كما لو كانا متماسكين بقوة الجذب اللتين بهما يؤثر أحدهما في الآخر شأن الأرض والقمر، أو الشمس والأرض، ومن هذا نستنتج أن قوة الجاذبية هي التي تربط بينهما . وفي استطاعة الفلكي وهو يرقب حركة النجمين أحدهما حول الآخر أن يحسب المقدار الذي يجب أن تكون عليه قوة التجاذب بينهما لتحول دون انفصالهما، وبهذه الطريقة نعلم أوزان البعض من النجوم على الأقل .

والنتائج التي نصل إليها ممتعة إذ يتضح أن شمستا ذات وزن متوسط تقريبا أولعاهما فوق المتوسط بقليل، وإذا نظرنا إلى النجوم جملة تبين أن مدى الاختلاف في أوزانها صغير وإذا شهبنا الشمس بالرجل المتوسط الوزن فإن

معظم أوزان النجوم تقع على هذا التشبيه بين الصبي والرجل الثقيل الوزن . ومع ذلك هناك قليل من النجوم الشاذة لها أوزان شاذة تماما ، فالمستعمرة الرباعية رقم ٢٧ من كوكبة الكلب الأكبر يبلغ مجموع أوزان نجومها الأربعة حسب ما يعتقد البعض قدر وزن الشمس نحو ألف مرة . وإن كان هذا ليس بالثابت . وهناك مجموعة ثنائية عادية وهى نجم بلاسيك وزنها الكلى أكثر من وزن ١٤٠ شمسا كما يعتقد البعض مستندا هذه المرة الى أدلة لا بأس بها ، لكن وجود أوزان عظيمة كهذه أمر استثنائى محض فمن النادر جدا أن نجد نجما وزنه قدر وزن الشمس عشرين مرات ولم يعثر لآن على نجم هو من الصغير بحيث يبلغ وزنه عُشر وزن الشمس . من أجل ذلك كان مدى تغير أوزان النجوم بوجه عام جد معتدل .

### (١) القدرة الشمعية للنجوم

وعلى عكس ما يظهر فى النجوم من تقارب فى الوزن يظهر فيها اختلاف واسع المدى فى القدرة الشمعية . فالشعري اليمانية مثلا وهى ألمع نجم فى السماء كلها يقع بجانبها نجم غامض تماما لا يبعث إلينا من الضوء إلا نحو جزء من عشرة آلاف من المقدار الذى تبعث به الشعري فهو من الخفاء ومن الاحتجاب فى ضوء نور الشعري الساطع بحيث لم يكشف إلا فى سنة ١٨٦٢ ، والمسألة ليست مسألة نجم يبدو أخفى من آخر لأنه أبعد منه فان هذا النجم الصغير هو والشعري اليمانية يكونان مجموعة ثنائية من النوع الذى وصفته منذ لحظة

(١) (Candle-power) قوة الانارة مقدرة بالشمعة .



فهذا النجم الخفى لا يتحرك فى خط مستقيم عبر الفضاء وإنما يدور ثم يدور حول الشعرى ، ألمع النجمين ، وهذا دليل على أنه واقع فى قبضة جاذبيتها الى الأبد ، وبذلك نستطيع أن نقى بأن النجمين على بعد منا يقرب جدا من أن يكون واحدا وأن النجم الخفى هو خفى لا فى الظاهر ولكن فى الواقع ، فهو صغير القدرة الشمعية .

بل إن هناك حالات معروفة لمفارقات أدعى أن تبهرنا ، فالنجم اللامع المسمى بالشعرى الشامية ( أو الغميضاء ) له رفيق خفى يبعث من الضوء أقل من جزء من مائة ألف جزء من الضوء الذى تبعثه الشعرى الشامية نفسها ، والميرة أو ( د قيطس ) لها أيضا رفيق خفى ( أنظر صفحة ٩٩ ) لا يبعث من الضوء إلا مثل هذا الكسر الصغير جدا مما يبعثه النجم الرئيسى وإذن لا شك فى صحة القول بأن « نجما يختلف فى البهاء عن نجم » وليس هذا راجعا الى مجزء كون أحد النجمين أبعد عنا من الآخر .

على أننا لا نستطيع عادة أن نوازن بين اللعان الذاتى — أو القسرة الشمعية — لنجمين إلا اذا عرفنا بعدهما . عندئذ فقط نستطيع أن نحكم على الاختلافات الظاهرية فى اللعان الى أى حد هى راجعة الى مجزء الاختلافات فى البعد وإلى أى حد هى راجعة الى الاختلافات الذاتية فى القدرة الشمعية .

ولما كنا نعرف أن بعد الشمس عن الأرض يبلغ ٩٢,٩٠٠,٠٠٠ ميل أصبح فى وسعنا أن نحسب القدرة الشمعية التى لابد أن تكون للشمس حتى تضىء

الأرض كما تفعل الآن على ذلك البعد العظيم ، فنجدها يجب أن تبعث من الضوء قدر ما تبعثه ٣,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ شمعة .

والشعرى اليمانية أبعد عنا من الشمس بأكثر من نصف مليون مرة فيتنا يصل الضوء إلينا من الشمس بعد ثمان دقائق إذا به يستغرق ثمانى سنوات حتى يصل إلينا من الشعرى ، وباستخدام هذه المعلومات نستطيع بالطبع أن نحسب القدرة الشمعية الفعلية لكل من الشعرى اليمانية ورفيقها فيتضح أن الشعرى نفسها نجم ساطع إلى حد غير عادى فقدرته الشمعية قدر قدرة الشمس الشمعية ٢٦ مرة ، وقدرته على إشعاع الحرارة تكاد تكون فى مستوى قدرته على إشعاع الضوء ، فإذا حلت الشعرى اليمانية محل الشمس فجأة فسرعان ما تنمحى بالغيان أنهارنا ومحيطاتنا بل وقاراتنا الجليدية التى حول القطبين واذن تنتهى الحياة من على سطح الأرض . وبالعكس ذلك نجد رفيق الشعرى ضعيف الاضاءة جدًا حتى ولو قارناه بالشمس فان قدرته الشمعية جزء من أربعمائة جزء من قدرة الشمس . فلو وضع هذا النجم مكان الشمس ولم يكن لدينا أى مصدر آخر للضوء والحرارة فان الأنهار والبحار حتى فى أحر أجزاء سطح الأرض تصير فى الحال جمدا صلبا على حين يتكاثف جوؤنا إلى هواء سائل .

ومع ذلك فهذان النجمان المركبان لمجموعة الشعرى اليمانية لا يمثلان بأية حال أقصى الاختلافات التى نشاهدها فى السماء ، فأخفى نجم عرف وهو رقم ٣٥٩ من كاتالوج ولف أخفى مائة مرة على أقل تقدير حتى من رفيق

الشعري اليمانية. وفي النهاية الأخرى من السلم نجد نجما "متغيرا" (أى يتفاوت في اللعان على الدوام) هو النجم صر<sup>(١)</sup> دوارد، ومتوسط قدرته الشمعية تزيد بسهولة على عشرة آلاف قدرة الشعري اليمانية وعلى ٣٠٠ ألف قدرة شمسا، وقدرته الشمعية فى ألمع حالاته قدر قدرة الشمس أكثر من ٥٠٠,٠٠٠ مرة أى أنه يصب من الشعاع فى دقيقة واحدة قدر ما تصبه الشمس فى سنة كاملة. فلو بلغت الشمس بقاءة فى نشاطها مبلغ نشاط هذا النجم فإن حرارتها المتناهية سرعان ما تبخر جميع الأرض وها عليها من أجسام نحن من بينها. وإذا شهبنا الشمس بشمعة واحدة تحتم علينا أن نشبه هذا النجم بضوء كشاف شديد القوة، فى حين نشبه النجم الخفى ٣٥٩ ولف يراعة ضوءها غاية الضعف.

### أقدار النجوم<sup>(٢)</sup>

ينساب الشعاع من الشمس بانتظام من جميع سطحها المتراعى الذى هو قدر سطح الأرض ١٢ ألف مرة تقريبا، فمن الطبيعى أن نعجب ما عظم سطوح النجوم الأخرى التى تصب مثل هذه المقادير المختلفة من الشعاع. فمثلا ما بال صر<sup>(١)</sup> دوارد إذ يصب من الشعاع قدر ما تصب الشمس ٥٠٠,٠٠٠ مرة؟ هل سطحه قدر سطح الشمس ٥٠٠,٠٠٠ مرة أو أنه يصب من كل ياردة مربعة على السطح قدر ما تصب الشمس من مثله ٥٠٠,٠٠٠ مرة أو ماذا؟ لنا أن نسلك فى الإجابة عن هذا السؤال أحد سبيلين: إما أن نحاول

(١) S. Doradus تستخدم الحروف الأفرنكية العادية فى تسمية النجوم بعد استفاد

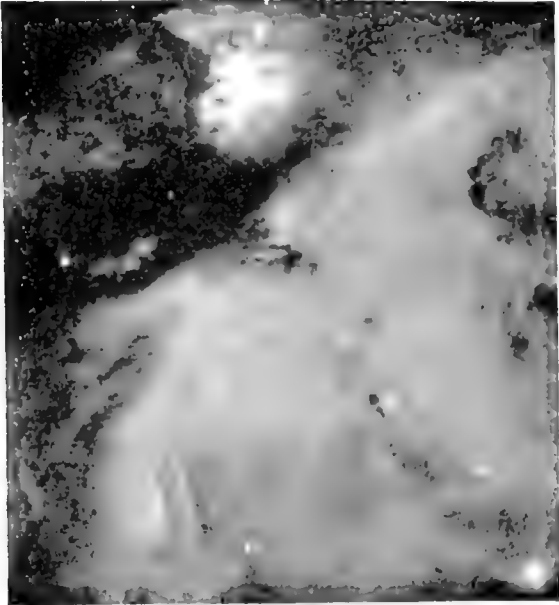
الحروف اليونانية راجع صفحة ١٤ ثم صفحة ٢١١ • (٢) Sizes

معرفة قدر صـ دوارد مباشرة وإما أن نحاول اكتشاف مقدار ما يصبه من الشعاع من كل ياردة مربعة من سطحه ثم نستنتج قدر حجمه من مقدار الشعاع الكلي الذى نعرف أنه ينبعث منه . ومما يؤسف له أن هناك صعوبات عظيمة تقوم في سبيل قياسنا أقدار النجوم مباشرة . إننا عند ما ننظر الى سيار من مراقبنا نراه قرصا مستديرا كالقمر لكن أصغر . ولو كان في استطاعتنا أن نفتر من النجوم اقترابا كافيا لتبدت لنا هي الأخرى أقراصا مستديرة كما تفعل الشمس . لكن الشمس هي النجم الوحيد الذى يبدو حتى في أضعف المراقب قرصا ذا قدر مذكور، أما جميع النجوم الأخرى فهي أبعد من أن نستطيع تمييز أقراصها، فنحن إنما نراها نقاطا ضوئية في مثل رأس الدبوس ولذا لا نستطيع قياس أقدارها مباشرة .

على أن هناك حالتين تشدان عن هذه القضية العامة فإن أبرع الآلات التي يستخدمها الفلكيون وهي مقياس التداخل تمكننا من قياس الأقدار الحقيقية لعدد قليل من أكبر النجوم بالرصد المباشر، إذ يصح أن يقال إنها بكيفية معقدة للغاية تكبر الأقراص الدقيقة للنجوم الى درجة تمكننا من قياسها .

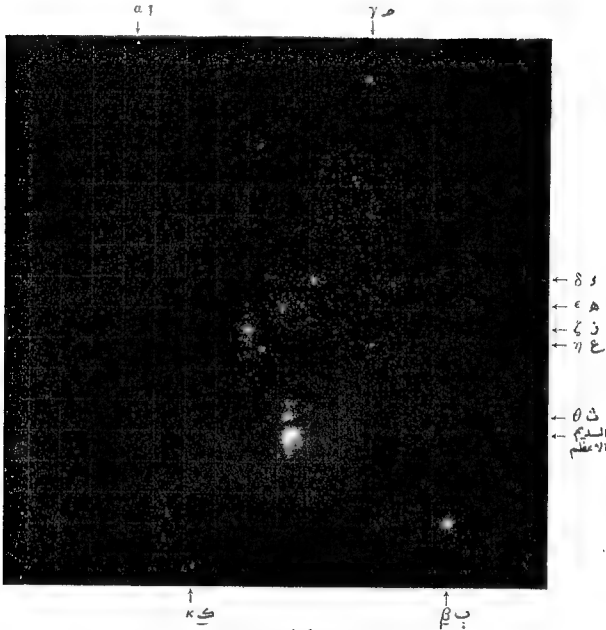
وهناك مجال آخر تمكننا فيه نظرية النسبية لأينشتين، وهي أبرع نظرية طبعية يستخدمها الفلكيون، من تقدير أقدار أصغر النجوم بواسطة القياس المباشر . ولم تطبق هذه الطريقة للآن إلا على نجم واحد هورفيق الشعري اليمانية .

على أن عدد النجوم التي يمكن قياس أقدارها باحدى هاتين الطريقتين في غاية القلة ، وعلينا فيما عدا هذا العدد القليل عند حل مسألة الكيفية التي



### السديم الأعظم في الجبار

هذا ما هو إلا الجزء الأوسط من سديم مترام (انظر صفحة ١٢٨) يمتد على الجزء الأكبر من كوكبة الجبار. وسيدرك القارئ أنه مكبر جزء لوحة ٢٨ الذي أشير إلى وفروع ش والسديم الأعظم فيه



### جزء من كوكبة الجبار

تشير الأسهم إلى الأنجم الرئيسية :  $\alpha$  هو المارد الأحمر الهائل منكب الجوزاء (صفحة ٩٠)  
 $\beta$  هو (الرجل) (صفحة ١٨٥) وهو من أضوأ النجوم المعروفة وقدرته الشمعية قدر قدرة الشمس  
نحو ١٥٠٠٠ مرة وكذلك  $\epsilon$ ،  $\delta$ ،  $\eta$ ،  $\zeta$ ، وهي نجوم حزام الجبار الثلاثة، كلها نجوم  
زرقاء شديدة الحرارة ومثلها في ذلك  $\epsilon$ ،  $\kappa$  وأشد منها حرارة  $\theta$  وهو نجم رباعي وسط  
الديم الأعظم ربما بلغت درجة حرارة سطحه ٥٠٠٠٠<sup>°</sup> فرنهيتية (نحو ٢٧٧٥٠ مئوية)  
(قارن هذه بلوحة ٣ المقابلة لصفحة ١٣)

بها تبعث النجوم طاقتها أن نطرقها من الطرف الآخر أى بمحاولة اكتشاف مقدار الطاقة التي تبعثها من كل ياردة مربعة من سطحها . والطريق لحسن الحظ في هذه الحالة واضح .

## ألوان النجوم

لنبداً بأن نفرض أننا أخذنا صورة فتغرافية لفرق كوكبة قدم بلباسه الأحمر والأزرق . إن كل إنسان يعرف أن الأزرق يظهر في الصورة أبيض تقريباً في حين يظهر الأحمر أسود تقريباً ، وسبب ذلك أن الآلة المصوّرة إذا قورنت بشبكة عين الإنسان كانت حساسة جداً بالأزرق غير حساسة بالأحمر إلى حد كبير . والآن نجدها تفعل مثل هذا بالنجوم . صور أى جزء شئت من السماء فإن بعض النجوم تظهر في الصورة ألمع من حقيقتها في حين أن نجومها أخرى تظهر أضعف من حقيقتها ، وسبب ذلك بالطبع أن النجوم مختلفة الألوان فبعضها أشد زرقاً من المتوسط والبعض أشد منه حمرة ، والآلة المصوّرة تحاكي النجوم الزرقاء وتظلم الحمراء . وهناك مثل ظاهر لهذا في لوحة ٢٨ وهى صورة فتغرافية لجزء من كوكبة الجبار ، فالنجم الخفى المشار إليه بالسهم الذى فى أقصى اليسار هو منكب الجوزاء أو ألف الجبار الذى يبدو لأعيننا ثانى نجم فى اللعان فى الكوكبة كلها والثانى عشر فى اللعان فى السماء كلها ، ومع ذلك فالآلة المصوّرة تبديه لنا أضعف كثيراً من الثلاثة النجوم المكونة للحزام لأنه يشرق بضوء أحمر قانى ، أما تلك النجوم الثلاثة فتبدو لأعيننا أضعف منه كثيراً لكن الآلة المصوّرة تراها نجومها غاية فى الفخامة لأنها بالمصادفة تبعث ضوءاً أزرق . وهذا

يعطينا بداهة طريقة لاكتشاف ألوان النجوم . وقد وجدوا أن لون النجم يمكن أن يعرف بدقة لا بأس بها من الكيفية التي تظهره بها الآلة المصوّرة ، وهناك أيضا طرق غير هذه وهي لحسن الحظ تؤيد الرواية التي ترويها آلة التصوير .

والسبب في اختلاف ألوان النجوم هو اختلاف درجات حرارتها ففي خلال تسخين الحداد حدوة الفرس يتغير لونها بالتدرج فيكون في مبدأ الأمر أحمر أدكن ثم يصير أحمر ناصعا ثم يصير أصفر وفي النهاية يصير أبيض تقريبا ، وفي اللون دلالة على درجة حرارة الحديد . كذلك إذا أراد العامل في مصنع أن يقدر حرارة فرن لم يجد طريقة أيسر ولا أقرب من أن ينظر الى لون الضوء المنبعث منه ، فاللون البرقوقي الأدكن الضعيف يدل على درجة حرارة خاصة ، والأحمر الأدكن يدل على درجة أخرى ، والأحمر اللامع يدل على ثلاثة وهلم جرا ، وهناك آلات مصنوعة بحيث تعطى بالضبط درجة الحرارة داخل الفرن بواسطة اختبار ضوئه .

بنفس هذه الطريقة يستطيع الفلكي أن يكتشف حرارة النجوم فانها تبدى عن سلسلة كاملة من الألوان : من الأحمر الأدكن الى الأصفر والأبيض الى الأزرق والبنفسجى الناصعين ، وسلسلة درجات حرارتها تزداد في العظم تبعا لألوانها فأقل النجوم حرارة هي الحمراء الدكاء وتبلغ درجة حرارتها نحو  $1400^{\circ}$  مئوية ، والنجوم المصفرة ضعف هذه في الحرارة على الأقل وبعد هذه تأتي النجوم التي كالشمس وتبلغ درجة حرارتها حوالى  $5500^{\circ}$  مئوية



أو  $10000^{\circ}$  فرنهيتية وهكذا حتى نصل الى أشد النجوم حرارة وتبلغ درجة حرارتها ما قد يكون  $70000^{\circ}$  فرنهيتية ( $39000^{\circ}$  مئوية).

والمدى المشاهد من درجات الحرارة — من نحو  $2550^{\circ}$  الى  $70000^{\circ}$  فرنهيتية (من نحو  $1400^{\circ}$  الى  $39000^{\circ}$  مئوية) — عظيم جدا ومعظمه بعيد عن كل ما يعرف على الأرض، ومع ذلك فانا نستطيع أن نحسب مقدار الشعاع المنبعث من مساحة معلومة في كل درجة من درجات الحرارة هذه . ونتائج ذلك تسترعى وتبهر فالسطح عند درجة  $39000^{\circ}$  مئوية يبعث من الطاقة مقداراً هو من العظم بحيث ان القدرة اللازمة لتسيير سلك حديد العالم كله يمكن الحصول عليها منه من مساحة أقل من تلك التي تقوم عليها فاطرة واحدة ، فكل بوصة مربعة من سطح تلك درجة حرارته تخرج قوة تكفي لتسيير باخرة من بواخر المحيطات مثل موريتانيا بأقصى سرعة لها باستمرار . ومن جهة أخرى فالبوصة المربعة من سطح درجة حرارته  $1400^{\circ}$  مئوية — وهى درجة حرارة أبرد نجم معروف — لا تكاد تخرج قوة كافية لتسيير قارب من قوارب التجديف . واذا قارنا مساحة من السطحين بمثلها تبين أن أشدهما حرارة تبعث من الشعاع قدر ما تبعث الأخرى  $300,000$  مرة وبناء على ذلك يجب أن تكون مساحة سطح النجم الذى فى درجة الحرارة المنخفضة قدر مساحة سطح النجم الذى فى درجة الحرارة العالية  $300,000$  مرة كيما يستطيع أن يخرج من الشعاع قدر ما يخرج النجم ذو الدرجة العليا . وهذا فى ذاته يشير الى أن النجوم يجب أن تكون مختلفة جداً

في أقدارها، فلكي تكون النجوم الحمراء الدكناء ذات قدرة شمعية معقولة يجب أن تكون هائلة لان قدرتها الشمعية لكل بوصة مربعة صغيرة جدا . والواقع أن بعض هذه النجوم الحمراء الدكناء ذات قدرة شمعية مخيفة وتبعث كذلك بمقادير عظيمة من الحرارة . فمثلا يبلغ الشعاع الكلي من الضوء والحرارة مجتمعين لمنكب الجوزاء أو ألف الجبار الذي ذكرناه منذ لحظة قدر إشعاع الشمس ٦٠٠٠ مرة . ولما كان النجم أحمر أدكن لم يمكن للبوصة المربعة منه أن تبعث من الشعاع قدر ما تبعثه البوصة المربعة من سطح الشمس ، وعلى ذلك يجب أن يكون سطحه أكبر من ٦٠٠٠ مثل سطح الشمس بكثير . وإذا كنا نستطيع من لون منكب الجوزاء أن نقدر درجة حرارته بالضبط فاننا نستطيع أن نحسب مقدار الشعاع الذي تخرجه كل بوصة مربعة من سطحه وبذا نستطيع أن نكشف عن عدد البوصات المربعة اللازمة لارسال الشعاع الكلي الذي شوهد أن النجم يشعه — أى نستطيع بالاختصار أن نقدر مقدار كبره . وهذه الطريقة يمكن بالطبع تطبيقها على كل نجم آخر تنبئنا درجة الحرارة المشاهدة عن مقدار الشعاع المنبعث من كل بوصة مربعة من سطحه وإذا كنا نعرف الشعاع الكلي حصلنا بقسمة بسيطة على مجموع البوصات المربعة التي يحتويها سطحه .

وقد أشرنا فيما تقدم الى الطريقتين اللتين بهما يمكن أن نقيس مباشرة أعداد عدد صغير من النجوم وفي كل مرة قيس فيها قدر نجم من النجوم باحدى هاتين الطريقتين كانت النتيجة قريبة جدا من القيمة المحسوبة وهى

القيمة التي نحصل عليها بقسمة الشعاع الكلي للنجم على الشعاع المنبعث من البوصة المربعة من سطحه وهذا يتحولنا كل حق في أن نستشعر الثقة في الطريقة التي بنى عليها الحساب .

والآن نلاحظ أن تلك الحسابات تؤدي إلى نتائج تسترعى وتبهز، فانه تبين أن النجوم تختلف في الأقدار أكثر من اختلافها في الأوزان أو في درجات الحرارة بل أكثر من اختلافها في القدرة الشمعية . فأصغر النجوم التي اكتشفت للآن وهو نجم فان مانن (Van Maanen) إن زاد قدره عن الأرض فلا يزيد إلا قليلا جدا فمليون من مثل هذا النجم يمكن أن يزوج به في الشمس ويبقى محل لغيره وهذا يجعل الشمس تبدو نجما كبيرا، لكن هناك نجوما أخرى ككنكب الجوزاء هي من العظم بحيث يمكن أن يزوج فيها بملايين كثيرة من نجوم كالشمس في الكبر وزيادة، فهي من العظم بحيث لو وضعت إحداها في موضع الشمس لوجدنا أنفسنا في داخلها لأن نصف قطرها أكبر من نصف قطر فلك الأرض . فلتصوّر مرة أخرى أن الشمس تمثلها حمصة عندئذ يكون أصغر النجوم مثل نجم فان مانن هباءة من التراب هي من الصغر بحيث أن ثمانين منها لا تكاد تغطي نقطة نون من هذه الكتابة في حين تكون النجوم الكبرى كرات في حجم العربات .

من ذلك نرى أن متحف السماء يحوى مدى واسعا من المعروضات ، وليس لنا إلا أن نعجب ما أصل هذا الحشد المدهش وما معناه . لماذا كانت النجوم متشابهة كل هذا التشابه في أوزانها ومتباينة كل هذا التباين في كل ما عدا ذلك ؟ الى هذا السؤال سنوجه النظر في الفصل التالى .

## الفصل النجمي تنوع النجوم

قد رأينا كيف أن مدى اختلاف ما بين النجوم في القدرة الشمعية هو كالذي بين اليراعة وبين الضوء الكشاف، في حين أن المدى الذي بينها في القدر هو كالذي بين هباء من التراب وبين العربة، أما المدى الذي بينها في الأوزان فأقل من هذا كثيرا لكنه مع ذلك قدر ما بين الريشة وكرة القدم تقريبا . والشمس من كل وجه في مكان وسط، وليس من المنتظر أن تصيب الوسط بالضبط من كل ناحية لكنها لا تخطئه أبدا إلى حد كبير . وإذا عبرنا عن ذلك بصورة أخرى أقل إطراء للشمس قلنا إنها لا تتميز مطلقا في أية ناحية من النواحي سواء في الوزن أو القدر أو درجة الحرارة أو القدرة الشمعية .

ومع ذلك فن الواضح أننا لا نعلم إلا قليلا عن الطبيعة العامة للنجوم من مجرد ذكر النهايات وذكرنجم واحد يمثل المتوسط . إننا لن نعرف كثيرا عن تعداد سكان إنجلترا إذا لم يذكركلنا سوى طول أقصر قزم فيها ووزنه وطول أطول رجل ووزنه وسوى أن رجلا معينيا فيها طوله خمسة أقدام وتسع بوصات يمثل المتوسط الشائع للرجل الإنجليزي من جميع النواحي . إننا في حاجة إلى معرفة فيها تفصيل عن تقسيم النجوم حسب أقدارها وأوزانها وقدرتها الشمعية .

هب أن جميع الكلاب المتقدمة الى أحد المعارض قد أفلتت من قيادها وأكلت بطاقتها وكان لابد من إعادة تصنيفها، فقد يظن الشخص الذى لا خبرة له بها أن من الضرورى تصنيفها عدة مرات حسب الوزن أولا ثم حسب لون الفروة ثم تبعا لطول الفروة وهلم جرا . أما الخبير فيشرع فى الحال يعمل لتصنيفها تبعا لسلالاتها . وستختلف أفراد كل سلالة اختلافا مذكورا فى الوزن واللون والفروة ولكن مهما بلغ اختلافها فإنه لن يبلغ الاختلاف بين الكلاب أجمعها .

### ثلاثة أنواع من النجوم

كذلك الحال بالنسبة للنجوم الى حد كبير . إنها تبدو للرأى العادى مجموعة قد اختلط فيها الحابل بالنابل لكن الفلكى الخبير يعلم أن فى الامكان تقسيمها الى أنواع متميزة بنفس الدقة تقريبا التى بها تقسم الكلاب فى معرض الكلاب . وهناك فى الواقع سلالات من الكلاب لا يكاد يحصى عددها، أما النجوم فليس لها سوى ثلاثة أنواع رئيسية تتميز على الأخص بأقمارها . وينبغى ألا تقارن النجوم بمعرض قد أفلتت كلابه كلها من قيادها وإنما تقارنه بثلاثة أصناف فقط : صنف الكلاب الصغيرة جدا وصنف الكلاب المتوسطة القدر وصنف الكلاب الكبيرة جدا . وليست المقارنة تامة بالطبع فالسما ليس على هذه الدرجة من البساطة ، وأهم ناحية تفشل فيها المقارنة هى أن هناك انتقالا تدريجيا بين أكبر صنفين من الثلاثة ، فى النجوم وفى الكلاب ، لكن ليس هناك فى حالة الكلاب حسب مبلغ علمنا فى الوقت

الحاضر مثل هذا التدرج بين أى هذين الصنفين والصنف الثالث صنف الكلاب الصغيرة جدا .

وقبل أن نعالج تصنيف النجوم كما هي الى هذه الأصناف الثلاثة يحسن أن نحاول أن نفهم كيف وجدت النجوم . وأول ما نتساءل عنه في هذا الصدد لماذا انقسمت النجوم مطلقا الى أنواع متميزة ؟ إن معرفتنا بتركيب الذرة تمدنا فيما يظهر على الأقل بجواب جزئى لهذا السؤال : لقد لاحظنا أثناء رحلتنا في الصاروخ داخل الشمس أن الذرة العادية تتركب من نواة في الوسط مصفوف حولها عدد من الكهارب الدقيقة التي تكاد تكون عديمة الوزن أما عند درجات الحرارة التي اعتدناها على سطح الأرض فالنواة تملك كهاربها جميعا بقبضة قوية ، فإذا ازدادت الحرارة الى مثل القدر الذى ألفيناه في جو الشمس تأخذ أبعد الكهارب عن النواة تفلت من قبضتها حتى إذا وصلنا الحرارة البالغة التي في مركز الشمس وجدنا الكهارب قد أفلتت كلها فيما عدا حلقة داخلية مكونة من كهريين واقعين في قبضة قوية قوة ممتازة : قبضة هي من القوة بحيث تستطيع أن تتحدى الحرارة وإن بلغت ٤ مليون درجة .

### الأقزام البيضاء

على أن هناك نجوما معروف أن درجة حرارة مراكزها قدر درجة حرارة مركز الشمس عشرة وعشرين بل وقد تصل الى خمسين مرة . وليس هناك نواة تستطيع أن تقبض على كهاربها بقوة في طوقها ان تصمد لمثل هذه

الحرارة ، وإذن فكل ذرة في مراكز تلك النجوم منحلة تمام الانحلال ، وتركب المادة الوحيدة التي فيها مما يصح أن نسميه ذرات مسحوقة وهي مجزء حشد غير منتظم من نويات وكهارب تتدافع على غير هدى هنا وهناك في جميع الجهات من غير أى اقتراب من تماسك ؛ تلك هى المادة فى أبسط حالاتها غفلا من أى تشكل ، وهى حالة لا عهد لنا بها على سطح الأرض ولذا يصعب أن نجد كلمة مفردة نصفها بها ، فهى مادة تشبه الغاز فى كونها تركب من عدد من الجسيمات الدقيقة التى تتحرك كل واحدة منها مستقلة عن البقية ، لكن تلك الجسيمات محشورة حشرا تكون معه أحسن تصويرا لها لو قارنا مادتها بسائل كالماء أو الزيتق .

والذرة الكاملة غير المنحلة تشبه المجموعة الشمسية مصغرة ، فالنواة الوسطى الكثيفة هى الشمس والكهارب هى السيارات ، كذلك تشبه المجموعة الشمسية فى أنها تتركب فى أغليتها من فضاء خلاء . وقد رأينا فيما مضى مقدار صغر الشمس والسيارات بالنسبة لمقادير أبعاد بعضها عن بعض ، وركبنا نموذجا لمجموعتها بوضع حمصة وبذرتين صغيرتين وبعض حبات رمل وبعض هباءات من تراب فى ميدان بيكادالى وقد احتجنا لهذا الميدان كله لتمثيل "فضاء" المجموعة الشمسية ، لكن طفلا صغيرا يستطيع أن يحمل كل "مادة" النموذج فى يديه فان كل ماعداها فضاء خلاء . كذلك شأن الذرة إذا مثلنا الفراغ الذى تشغله بميدان بيكادالى ، فمكوناتها المادية — النواة والكهارب — يمثلها على الأكثر بضع بذور صغيرة هى الأخرى يمكن جمعها فى حيز صغير جدا من الفضاء .

ففي مراكز أحر النجوم كلها تكون المكونات الدقيقة للذرات مكدسة محشورة، وبعد أن تفكك الحرارة القاسية الذرة الى النواة والكهارب التي كانت تكونها يأتي دور الضغط العظيم المتولد عن وزن بقية النجم كله فيزيد في حشر تلك المحتويات بعضها قريبا من بعض فتكدس مادة النجم في حيز صغير صفرا مدهشا ولذا كان النجم صغير القدر جدا .

وهذه الطريقة في تكديس مادة النجم تعطينا أصغر أصناف النجوم، ذلك الصنف الذي يصغه الفلكيون (بالأقزام البيضاء)، ومن الأمثلة المتطرفة لها نجم ثان مانن (صفحة ٩١) الذي ليس بأكبر من الأرض . ومثال آخر أقل تطرفا رفيق الشعري الخفي (صفحة ٨٢) لأنه قدر الأرض نحو ثلاثين مرة لكن لما كان يحتوي من المادة قدر ما تحتويه الأرض ٣٠٠,٠٠٠ مرة فلا بد أن يكون تكديسه أبلغ من تكديس الأرض ١٠,٠٠٠ مرة، ومن ذلك يتبين أن الفطرة لا تزال قادرة على أن تعلمنا شيئا في فن التكديس، فلو استطعنا أن نكدس بضائعا الأرضية تكديسا يقرب من تكديس تلك النجوم عند مراكزها لأمكننا أن نحمل مائة طن من التبغ في كيس التبغ العادي وعدة أطنان من الفحم في كل جيب من جيوب الصدار. فإذا قارنا المادة الصلبة التي على الأرض بالذرات المسحوقة التي تتكون منها تلك النجوم كانت مادة الأرض كأرفع خيوط العنكبوت، وما هي إلا نوع من بيوت العنكبوت تسبح في الفضاء .

من أجل أن النجوم التي من هذا النوع مكبوسة الى هذا الحد كان على



كل جزء صغير من سطوحها الدقيقة أن يشع مقدارا عظيما من الطاقة . ويصح أن نقول بوجه عام إن كل بوصة مربعة من سطحها تبعث من الطاقة ما يبلغ نحو قدرة ٢٥٠ حصانا مقابل قدرة ٥٠ حصانا للبوصة المربعة من سطح الشمس . ولكي يخلص سطح النجم من تلك الطاقة يجب أن يكون من الحرارة عند درجة الابيضاض ، ومن هذا يتضح لنا لماذا سميت النجوم التي من هذا النوع ”بالأقزام البيضاء“ : أقزام بسبب صغر قدرها وبيضاء لأن حرارتها مبيضة .

### نجوم التتابع الرئيسى

الأقزام البيضاء من النجوم كبيرة الشذوذ ، ومادة معظم النجوم ليست مكسدة مثلها الى ذلك الحد . وقد لاحظنا ونحن في داخل الشمس ان أغلبية الذرات لم تكن منحلة تمام الانحلال فكثير من نوياتها كانت لا تزال محتفظة بواحد أو اثنين من كهاريها مكونة بذلك ذرات حقيقية ذات حجم معين وإن صغر جدًا . مثل تلك الذرات لا يمكن أن يحشر كالمادة التي عند مراكز الأقزام البيضاء في غير حيز تقريبا لكنها يمكن أن تكس في حيز أقل بكثير جدا من الذى يصح أن تكس اليه الذرات غير المنحلة . وعلى هذه الصورة قد تكسدت الذرات عند مركز الشمس بحيث أن القدم المكعب من المادة يحتوى بعض أطنان — لا تعرف بالضبط عددها ، أما عند مركز القزم الأبيض فيحتوى القدم المكعب آلافا كثيرة من الأطنان .

والشمس ، ومادتها مكدسة بهذه الصورة ، تمثل الصنف الغالب من النجوم وهي النجوم ذات القدر المتوسط المعروفة بنجوم ”التابع الرئيسى“ وربما شمل هذا النوع ٨٠ ٪ من نجوم السماء كلها ومراكز كل نجومه في حرارة مركز الشمس تقريبا مما ينتج عنه أن ذراتها تحتفظ عادة بالكهريين الأقرب الى النواة لا أكثر — فيصح أن تقارنها بمجموعات شمسية لم يبق منها في أفلاكها سوى عطارده والزهرة .

والمادة المنحلة بهذه الصورة وان أمكن تكديسها الى حد كبير لا يمكن تكديسها تكديسا يشبه في شدته تكديس الأقسام البيضاء من أى وجه ، ونتيجة ذلك أن نجوم التابع الرئيسى كلها أكبر بمقدار يذكر من أى واحد من الأقسام البيضاء ، وليست تبدى عن اختلاف في القدر كبير المدى . لكن اذا ضربنا عن أقدارها صفحا ظهرت لنا مختلفة اختلافًا عظيمًا ، فمدى أوزانها يسع جميع الأوزان النجومية المعروفة ، ومدى ألوانها يسع كل طيف المعروف من الألوان من أنصع البنفسجى الى أشد الأحمر دكنة ومع ذلك فانها تكون لتابعا حقيقيا كما ينم عن ذلك اسمها . واذا ما رتبناها تبعا لأوزانها نجد أننا قد رتبناها كذلك تبعا لألوانها الى درجة عظيمة من التقريب ، فأنقل النجوم هى أيضا أكثرها زرقة وكلما نقص الوزن مرة اللون مطرد الانحدار فى جميع الطيف من الزرقة الى الابيضاض والصفرة الى أشد أنواع الاحمرار دكنة وقمة . كذلك أيضا لنناقص القدرة الشمعية باستمرار تبعا لتناقص الوزن مائة بجميع مدى الاضاءة النجومية من النور الكشاف الى البراعة .

## المردة الحمر

نميز نجوم النوع الثالث بأن مراكرها أبرد بكثير حتى من مراكر نجوم التابع الرئيسي فقد تهبط درجة الحرارة فيها الى مليون أو مليونين من الدرجات وفي حالة كهذه من البرودة النسبية لا تتزعج الكهارب من الذرة واحدة بعد الأخرى حتى لا يبقى إلا حلقة داخلية من كهريين كما هو الشأن في الشمس بل تختلف حلقات أخرى من الكهارب عالقة بالنواة فتبقى الذرات ذات قدر محترم لا يتيسر معه كبسها الى حد كبير . والواقع أنها تظهر آخذة حظها من الراحة محتفظة بمتكأ لها ومتحرك هو من الفسحة بحيث أصبحت النجوم التي نبحث فيها الآن ذات قدر عظيم . ومن أمثلة ذلك نجم منكب الجوزاء أو ألف الجبار وهو في الكبر قدر الشمس ٢٥ مليون مرة وإن كان من المرجح أنه في المادة قدر الشمس حوالى أربعين مرة . ومثل أكبر من هذا هو الميره ( و قيطس ) فإنه من الكبر بحيث لو قذفت فيه ٣٠ مليون شمس لوسعها . وقد وجد حديثاً أن لهذا النجم رفيق ضعيف النور من الأقزام البيض يكون معه مجموعة ثنائية، ولو كانت النجوم أهل فكاهة لوجدت ما يضحك في هذا الزوج المتباين وما هو عليه من قلة تلاؤم وتفاوت في الحجم يفوق ما في «الوقار والوقاحة» للاندسير، فكأنما فيل وذبابة رملية قد تأبط كل منهما يد الآخر وساحا في الفضاء متصاحين .

ومعظم هذه النجوم هو من الكبر بحيث يسع أحدها في داخله مليون شمس على الأقل، وبالرغم من أن قدرتها الشمعية مخيفة فإن لها سطحاً هو من

العظم بحيث أن مقدار الطاقة الذي يجب على كل بوصة مربعة أن تخلص منه صغير قد يبلغ أحيانا قوة نصف حصان فقط في حين يبلغ نظيره على الشمس قوة ٥٠ حصانا ونظيره على بعض نجوم التابع الرئيسى الزرقاء قوة ٥٠ ألف حصان، والسطح يستطيع أن يخلص من ذلك المقدار القليل من الطاقة بدون أن يسخن أكثر مما ينبغي ولذا يكون لونه عادة أحمر أو في حالات أقل أصفر. هذه النجوم يصح تسميتها بالمردة الحمر والصفير — مردة تبعا لأقمارها وحرر أو صفير تبعا لألوانها .

### الطاقة النجومية

من الواضح على ما يظهر أن التفاوت العظيم في أقدار النجوم مقرون بتفاوت مناظره في حجم الذرات في داخل النجم، لكن اتساع مدى القدرة الشمعية ليس مفهوما بمثل هذا الوضوح. إن كل نجم يجب أن يعتبر فيما يظهر محطة قوة هائلة تولد الطاقة داخله وتصبها في الفضاء شعاعا من سطحه الحار. والمنبعث من الشمس وقدره ٥٠ حصانا لكل بوصة مربعة قد يبدو عظيما أول وهلة لكن يجب أن نتذكر أن البوصة المربعة من السطح هي المنفذ الوحيد للطاقة المتولدة في كتلة كبيرة من النجم، ولما كان نصف قطر الشمس ٤٣٢٠٠٠ ميل فإن كل الطاقة المتولدة في ٤٣٢٠٠٠ ميل من المساحة وراء البوصة المربعة من سطح الشمس لا بد لها من أن تنصب خارجة من خلال تلك البوصة المربعة، فإذا نظرنا لها من هذه الناحية لم تبد قدرة الخمسين حصانا للبوصة المربعة زائدة عن الحد بل العكس .

نحن نعرف أن الشعاع له وزن فلا بد أن يكون هناك فيض من الوزن ينصب باستمرار من كل جزء من سطح النجم. ويدل الحساب على أن الشعاع الكلي الذي ينبعث من الشمس في الثانية يزن ٤ ملايين طن، فلا بد أن تنقص الشمس وزناً باستمرار بسرعة أربعة ملايين طن في الثانية وهذا قدر السرعة التي يفيض بها الماء تحت كبرى (أوجسر) وستستمر ١٠٠٠٠ مرة<sup>(١)</sup> فوزنها يتناقص بالضبط كما لو كان هناك عشرة آلاف فتحة في سطحها يتدفق من كل فتحة منها نهر كامل كنهر التاميز. فالشمس في اللحظة التي نحن فيها تزن أقل مما كانت تزنه عند ما بدأت تقرأ هذا الفصل بملايين عدة من الأطنان وفي هذا الوقت من الغد سيكون وزنها أقل من وزنها الآن ٣٥٠٠٠٠ مليون طن، فمن أين يأتي كل هذا الوزن ؟

### النجوم تفسى مادتها

لا نعرف عن يقين للآن كيف يولد النجم شعاعه لكن المعقول جداً أن يفعل النجم ذلك بإفناء مادته كما تولد الطاقة محطة قوة عادية بحرق الفحم . لكن عملية التوليد الجارية في النجم أمر مختلف جداً عن مجرد الاحتراق الذي لا يتضمن سوى ترتيب الذرات من جديد ، بل الأكثر احتمالاً أن تكون العملية عملية لإفناء للذرات بالفعل. فالذرة تكون موجودة في لحظة من اللحظات وعند اللحظة التالية تكون قد أفنيت ولا يبقى منها سوى لمعة من الشعاع الذي يكون له مع ذلك وزن الذرة التي اختفت بالضبط .

(١) أو قدر السرعة التي يفيض بها الماء من القناطر الخيرية وقت الفيضان نحو ٧٠٠ مرة.

فان كان هذا حقا هو أصل إشعاع النجوم فان الشمس تنفى ذراتها بمعدل ٤ ملايين طن فى الثانية أو ٣٥٠٠٠٠ مليون طن فى اليوم والنجوم الأخرى لا بد تنفى ذراتها بمعدلات أخرى من نفس القليل تتناسب مع قدرها الشمعية المختلفة . ولا بد أن تكون النجوم آخذة فى الخفة باستمرار بسبب ما تنقصه على الدوام فى الوزن ولذا ينبغى بوجه عام أن يكون أخف النجوم وزنا هو أكبرها سنا . وهناك كثير من الدلائل تشير الى أن هذا هو حقيقة الحال .













سبق أن رأينا كيف أن النجوم ذات الورد الأكبر وهى التى يجب أن نعدّها الآن أصغر النجوم عمرا تفوق غيرها كثيرا فى الاضاءة ، والقدرة الشمعية للنجوم تتناقص فى العادة تبعا لتناقص الوزن لكن النجوم تفقد قدرتها الشمعية أسرع كثيرا من فقدانها الوزن . فالنجم العجوز ليس فقط أقل مادة مما كان بل ما بقى فيه من المادة أقل مقدرة على الاشعاع مما كان ، طنا لطن . وأحسن ما نفسره ذلك أن نفرض أن النجم يتركب من مواد مختلطة تحيل نفسها الى شعاع بسرعى مختلفة فبعض المواد تحوّل نفسها سريعا ولذا تبعث الشعاع بسرعة كبيرة مادامت ، لكنها لا تدوم طويلا . وما دامت تلك المواد قائمة فالنجم يشع بشدة فاذا نفذت جعلت المواد الأضعف تشع إشعاعا أبطأ ولذا تعمّر أطول كثيرا . أى أن النجم ، بعد أن يقضى شبابا قصيرا لكن عاصفا يسرف فى أثنائه فى إنفاق مادته إسرافا فاحشا ، يمكنه أن يتطلع الى شيخوخة هادئة مديدة يشع فيها طاقته باتتاد أكثر من ذى قبل . هذا

التفسير وإن كان لا يصح اعتباره ثابتاً ثبوتاً نهائياً لا يقبل التبدل ، يتفق مع الحقائق الفلكية المعروفة اتفاقاً كافياً وسينفع على الأقل في إثارة الاهتمام بالنجوم العظيم اختلافها التي نرصدها في السماء .

### أقرب النجوم

لنستبق تقسيم النجوم السابق في مخيلتنا ثم لنستعرض باختصار أقرب جيراننا في الفضاء فلعلها تكون لنا بمثابة عينة من السماء لا بأس بها . ولو توغلنا في الفضاء الى أبعد من هذا لحصلنا تأكيداً على عينة أسوأ لأننا نفعل عندئذ عدداً عظيماً من النجوم الخفيفة جداً غير المعروفة ولا المرصودة نظراً لما جمعت من بعد وضعف . اننا لا نستطيع أن نعتمد على إمكان رصد النجوم الضعيفة جداً إلا في الأمكنة القريبة جداً من موطننا ، وتجدر في الصفحة التالية لهذه قائمة بالستة والعشرين نجماً التي هي أقرب جيراننا إلينا في الفضاء وأمامها أبعادها مقدرة بالسنين الضوئية ، ثم ألوانها كما تروى من خلال جو الأرض ، والدوائر التي تأتي بعد ذلك في العمود التالي تدل ( بالتقريب ) على الأقدار النسبية لهذه النجوم ، ثم يبين العمود الأخير القدرة الشمعية التقريبية لتلك النجوم متخذين قدرة الشمس وحدة .

وإذا فرضنا أن هذه النجوم الستة والعشرين تمثل نجوم السماء كلها خير تمثيل فانا نلاحظ في الحال أن أغلبية النجوم أشد حمرة وأصغر حجماً من الشمس ولذا يجب بالطبع أن تكون أقل إضاءة منها . ومن المرجح أن ليس في الستة والعشرين نجماً سوى أربعة أكبر من الشمس ، وليس أضوأ منها إلا ثلاثة

النجوم	البعد النسبي الضوئية	اللون	القَدْرُ	القدر التسمية بدلالة الشمس
الشمس	—	أصفر		١
الأقرب	٤,٢٧	أحمر		$\frac{1}{4,000}$
١ قنطورس	٤,٣١	كلاهما أصفر		$\frac{1}{8}, \frac{1}{4}$
١٥٠٤٠ ميوخ ٣٥٩ وولف	٦,٠٦ ٨,٠٧	أحمر أحمر		$\frac{1}{4,000}$ $\frac{1}{5,000}$
٢١٨٥ لالاند	٨,٣٣	أحمر		$\frac{1}{4,000}$
البعري اليمانية	٨,٦٥	كلاهما أبيض		$\frac{1}{4}, \frac{1}{26}$
٣ نجوم خفية جدًا	٩ إلى ١٠	أحمر؟		المتوسط $\frac{1}{4}$
ت قيطس	١٠,٣	أصفر محمر		$\frac{1}{3}$
الشعر الشاية أو الغيبلة	١٠,٤	؟ أبيض		$\frac{1}{4}, \frac{1}{5,000}$
٨ نجوم خفية	$10\frac{1}{4} - 11\frac{1}{4}$	كلاهما أحمر		المتوسط $\frac{1}{16}$
٦٠ كروجر	١٢,٧	كلاهما أحمر		$\frac{1}{4}, \frac{1}{12,000}$
نجم شان مانن	١٢,٨	أبيض		$\frac{1}{6,000}$



فقط هي ألمع أفراد مجاميع ألف قنطورس والشعرى اليمانية والشعرى الشامية (أو الغميصاء) .

ونلاحظ أن مجموعة النجوم هذه لا تحتوى بأسرها ولا واحدا من المردة  
الحر أو الصفر وليس معنى هذا أن المنطقة المجاورة للشمس شاذة بأية حال  
من الأحوال فردة النجوم نادرة للغاية في الفضاء بحيث يضعف جدا احتمال  
وجود ولو واحد منها في أية مجموعة صغيرة من النجوم . فلو كان هناك  
بالمصادفة نجم مارد أحمر أو أصفر في المنطقة المجاورة للشمس ما استطعنا  
أن نمثله في رسمنا إذ لا بد من دائرة قطرها ١٢ قدما لتمثيل النجم المارد  
الأحمر المتوسط . ومن المؤكد أن من تلك النجوم الستة والعشرين ثلاثة وعشرين  
من التابع الرئيسي في حين أن واحدا وهو رفيق الشعرى الشامية الخفى  
مشكوك فيه — وقد يكون قزما أبيض ، والنجمان الباقيان وهما رفيق الشعرى  
إيمانية الخفى ونجم فان مانن قزمان أبيضان عن تأكيد . فالعينة التي بين  
أيدينا كافية لتبين أن الجهرة العظمى من نجوم السماء هي من نوع التابع  
الرئيسي .

هذه النجوم الستة والعشرون تحيل مادتها شعاعا بسرعة مختلفة لكن  
معظمها أبطأ في ذلك من الشمس وليس فيها إلا ثلاثة أنجم — في كل من  
مجموعة ألف قنطورس ومجموعة الشعرى اليمانية ومجموعة الشعرى الشامية —  
تتناقص بسرعة أكبر من سرعة تلاشي الشمس ، وكلها لديها من مادة الانفاق  
أكثر مما لدى الشمس . فالذرات المتخثرة في الشمس في الوقت الحاضر

تكفيها نحو ١٥ مليون مليون سنة على المعدل الذي نتناقص به الآن ، لكنها قبل أن تأتي على آخر ذرة فيها بزمن طويل لا بد ستكون قد وصلت الى حالة النجوم الأضعف إضاءة الأصغر حجما فتكون أبطأ كثيرا في إشعاع مادتها مما هي الآن .

وإذا أدخلنا في حساباتنا اعتبارات من هذا النوع ترجح فيما يظهر أن يكون لمعظم النجوم مئات من ملايين ملايين السنين ترجو أن تعيشها قبل أن ينجم عليها الظلام آخر الأمر . وسواء استتببت هذه التقديرات في النهاية أم لم تستتبب فهناك شيء واحد يبدو لنا مؤكدا — هو أن الأعمار البشرية نُتلاشى تلاشيا تاما اذا قيست بالزمن الفلكي . لقد رأينا كيف أن الأرض ليست إلا هباءة في الفضاء والآن نرى أن أعمارنا بل وتاريخ البشرية ليس إلا هباءة في الزمن .

# افضل التباين

## المجرة

لما تكلمنا عن وجه السماء في الفصل الأول لم تكن النجوم في اعتبارنا إلا وراء بعيداً من نقط ضوئية . وقد ساعدنا هذا الراء على الاهتداء في الفضاء، فقد رأينا كيف أمكننا تعزف جيراننا القريين : السيارات وأفراد المجموعة الشمسية الأخر، بملاحظة حركاتها السريعة عليه .

وقد فحصنا منذئذ ما هي النجوم في الواقع، وبحسنا خصائصها الطبيعية المختلفة، ووجدنا من بين ما وجدنا أنها تبدى عن تفاوت عظيم في القدرة الشمعية . فبينما بعضها أضوا من شمسا آلاف المرات إذ بالبعض الآخر أضعف منها آلاف المرات كذلك ، بحيث لو مثلنا لشمسنا بشمعة عادية لوجب أن تمثل لبعض النجوم بالضوء الكشاف وللبعض الآخر في الطرف الآخر من المقياس باليراعات أو الذباب النارى .

ولم يكتشف عظم مدى القدر الشمعية للنجوم إلا حديثاً، فقد ظل الناس مدة طويلة يظنون أن النجوم كلها متقاربة في لماعها الذاتي — كصف مصابيح أحد الشوارع — فاذا بدا نجم ضعيفا جدا في نوره فما ذلك في رأيهم إلا لعظم بعده . واحتج لذلك الفلكي لامبرت في سنة ١٧٦١ بأنه لما كانت

النجوم كلها قد خلقت لتؤدى غرضا واحدا لم يكن هناك ما يدعو الى أن يكون بعضها أضعف من بعض ، فإذا بدا بعضها أخفى من غيره فليس لذلك تعليل إلا أنه أبعد منه ، وقد رأينا فيما سبق أن هذا الاستنتاج خطأ محض من أوله إلى آخره .

### تخطيط العالم

لو أن لامبرت كان مصيبا ، واتضح أن النجوم كلها متساوية في اللعان الذاتي كصف المصابيح في الطريق ، لكان علم الفلك أبسط كثيرا مما هو عليه الآن لأننا كنا نستطيع أن نستنتج في الحال بعد النجم من لمعانه الظاهري ، وإن نخطط العالم بهذه الكيفية نجما فنجما . لكن إذا أخذنا الأشياء على ما هي عليه في الواقع فإن النجم الخفى الذى نكون ناظرين اليه قد يكون ضوءا كشافا بعيدا جدا أو قد يكون يراعة قريبة جدا ، ومن الصعب أن نقول أيهما إذ لا سبيل الى ذلك إلا بقياس بعد النجم .

وقد رأينا كيف يمكننا قياس أبعاد النجوم بطريقة المساح العادية وذلك بملاحظة مقدار تغير أوضاعها تبعا لثقلنا في الفضاء ، لكن هذا لا ينطبق إلا على قليل من النجوم قريب جدا . إن أطول سياحة ممكنة لنا في الكون تبلغ ١٨٦ مليون ميل ، وهى التى تقطعها فى كل ستة أشهر حين تنتقل بنا الأرض من أحد جانبي الشمس الى الجانب الآخر . ومعظم النجوم هو من البعد عنا بحيث لا ينشأ حتى عن هذه السياحة الطويلة تغير محسوس

في اتجاهاته كما نراها، فنحن في الواقع أمام معضلة قياس أبعاد الأجرام عن طريق النظر إليها دون أن يُسمح لنا بالانتقال من مكان الى آخر. فكيف يمكننا فعل ذلك ؟

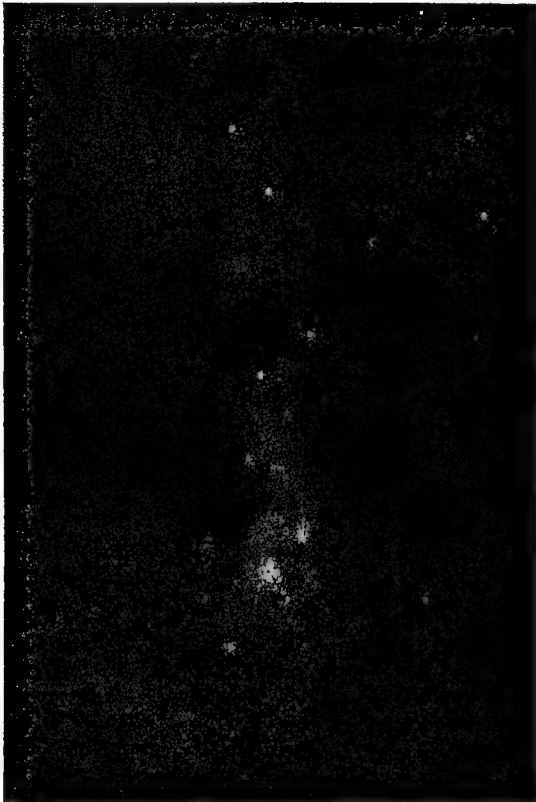
قد رأينا كيف أمكننا ذلك في حالة صف من مصابيح الطريق بشرط أن نعرف أنها جميعا متساوية في القدرة الشمعية ، وهذه بعينها هي الطريقة التي نستخدمها في حالة النجوم . والنجوم بوجه عام مختلفة كثيرا في القدرة الشمعية ، لكن قد اكتشف حديثا أن طوائف خاصة من النجوم ، سهلا تعرفها، لها قدرة شمعية منتظمة تتخذ عيارا، فلا تكاد تعرف القدرة الشمعية لإحداها حتى نعرف قدرة سائرهما، وعندئذ يمكننا استخدام طريقة "مصباح الطريق" لتقدير أبعادها : كلما كان النجم أخفى في رأى العين كان أبعد، أو بعبارة أدق حتى من هذه : يبعد النجم عنا بقدر ما يظهر لنا أنه بعيد .

وطريقة مصابيح الطريق تفشل بالطبع إذا كان هناك نوع من ضباب أو من مادة حاجبة تخلل الفضاء وتطفئ النور بعد أن يقطع مسافة خاصة . إننا لا نستطيع في الليلة ذات الضباب أن نرى في الشارع إلا عددا قليلا من أقرب الأنوار، وليس لنا أن نحكم على أبعادها من ضعفها البادى فأضعفها ليس من البعد بالقدر الذي قد نظنه لو لم تكن نعرف أننا نبصره من خلال ضباب. وقد أجريت أبحاث غاية في الدقة والعناية تبين منها على ما يظهر أنه ليس في الفضاء ضباب كهذا إلا في جهات قليلة خاصة . ففي السماء عدد من الرقع السوداء واضحة الحدود مبعثرة هنا وهناك لا نبصر فيها نجوما

مطلقا أو نبصر البعض القليل الذى يدل لمعانه على أنه قريب منا تماما ، ومن أمثلتها الظاهرة الرقعة السوداء الخالكة المعروفة ” بزكية الفحم “ التى تظهر بالقرب من منتصف لوحة ٢٩ . هذه الرقع تبدو كأنها فجوات فاعرة ، وكانت تؤل بأنها كذلك إذ كان المظنون أنها ثقب في مجموعة النجومية — كان المظنون أنها مجموعة أنفاق توصل من الفضاء الخارجى الى الأرض ، وانصباب أنفاق كثيرة كهذه على أرضنا الصغيرة لا بد أن يكون آثار الاستغراب والعجب إذ ذاك ، أما الآن فنحن نعرف أن تلك الفرج السوداء الفارغة ليست قط أنفاقا — إنما هى سحب من مادة مظلمة قريبة من موطننا قريبا لا بأس به ، تمنعنا من رؤية ما وراءها من النجوم .

ومجرد تأمل الصور الفتغرافية الحديثة يكفى لاقرار هذا التفسير ، فمثلا الرقعة المظلمة التى يشبه شكلها رأس الحصان فى لوحة ٣٠ لا يمكن تفسيرها أبدا بأنها نفق بين النجوم . إننا نرى فى لمحة أنها نوع من عائق عارض .

فاذا استثنينا الجهات القليلة التى تصادف فيها مادة حاجبة من هذا النوع بدا الفضاء الفلكى شفافا تام الشفافية ، يسمح فيه ضوء النجوم غير مقطوع ولا ممنوع إلا بتأثير البعد . وإذن فالقول عن أى طائفة خاصة من نجوم متساوية القدرة الشمعية بأن النجم منها يبعد عنا بقدر ما يظهر لنا أنه بعيد قول صحيح لا غبار عليه . وأعظم نجوم هذا النوع امتاعا للباحث طائفة تعرف بالمتغيرات القيفاوية .



### المجرة - ١

تبين هذه اللوحة أبعاد المجرة في الجنوب : من قنطورس (في أعلاها) الى السفينة (في أسفلها) والنجمان اللامعان قرب أعلاها (في الوسط) هما ١ ، ٢ قنطورس وتحتهما زكية القمر (صفحتي ١١٠ ١٩٣) وإلى يمين هذه الصليب الجنوبي وتحت السديم المحيط بجاء السفينة وفي ربع المسافة الى أسفل بقرب الحرف الأيمن ترى الجمع الكرى م قنطورس



التسدم (Nebulosity) في الجبار

”رأس الحصان“ جنوب ز الجبار — ”دخان مدينتنا النجومية تجليه أنوار مدينتنا النجومية“  
(أنظر صفحة ١٢٨)



## المتغيرات القيفاوية

ضوء معظم النجوم في غاية الثبات لكن هناك نجوما قليلة نادرة يتقلب ضوءها باستمرار من القوة الى الضعف ثم من الضعف الى القوة كما يتغير ضوء مصباح الغاز اذا وقف انسان يزيد في فتح صنبوره وينقص . وقد لوحظ منذ عهد بعيد أن نجما اسمه دال قيفاوس يتقلب ضوءه بطريقة خاصة غريبة جدا كما لو كان الصنبور يغلق بالتدريج ثم يفتح فجأة باندفاع ، والنجم يكرر دورة تغيراته هذه بانتظام تام كل خمسة أيام وثلاث يوم . وهناك سحابة من نجوم بعيدة اسمها السحابة المجلية الصغرى ( انظر لوحة ٣١ ) تحوى مجموعة كاملة من نجوم تشابه هذا النجم تماما تبدو جميعا متساوية اللعان، ولما كانت كلها على بعد واحد فلا بد أن تكون متساوية القدرة الشمعية . وقد وجدت نجوم أخرى من نفس النوع بالضبط قريبا من موطننا لدرجة تمكننا من قياس أبعادها بطريقة المساحين العادية، وبذا نستطيع بالطبع أن نحسب قدرتها الشمعية الحقيقية . وقد وجد أن هذه أيضا كلها متساوية القدرة الشمعية . وإنا لنلخص مقدارا كبيرا من البحث الفلكي حين نقول إن كل نجم يسلك مسلك دال قيفاوس يكون مثله في القدرة الشمعية .

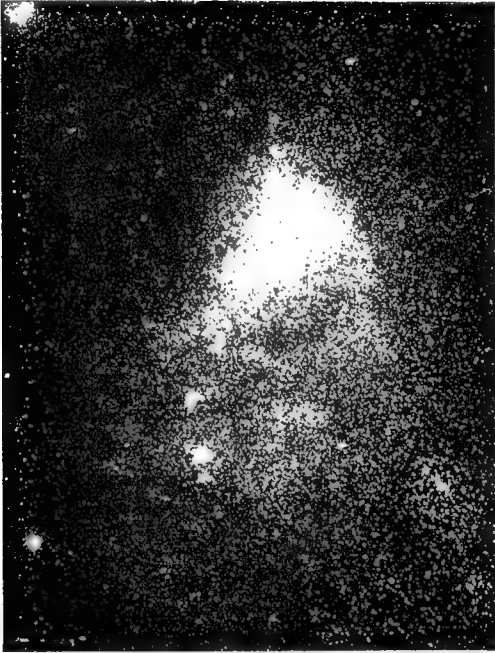
وهناك نجوم أخرى تتميز بتقلبات ضوئية من نفس هذا الباب — خمسة تدريجية يتبعها استرداد للعان سريع — لكن فترات تقلبها تختلف عن خمسة الأيام والثلاث التي لدال قيفاوس . هذه النجوم وأمثالها تكون كلها طائفة تعرف بالمتغيرات القيفاوية . كذلك قد وجد أن جميع النجوم

التي لها فترة تقلب واحدة، مهما بلغت، لها قدرة شمعية واحدة نكشفها كما فعلنا من قبل بحساب القدرة الشمعية لنجم مثلها قريب من موطننا .  
 فنحن نستطيع أن نعرف القدرة الشمعية لأى متغير قيفاوى فى السماء بملاحظة فترة تقلبه ، فإذا عرفناها استطعنا أن نستنبط بعده من لمعانه الظاهرى .  
 هذه النجوم كالمناورات فى محيطات الفضاء الواسعة ، نعرفها فى لمحة ولا نخطئها ، نعرفها بالتقلبات الخاصة بأضوائها ، وبمعرفة قدرتها الشمعية يمكننا استنتاج أبعادها فى الحال .

هذا يمدنا بطريقة نفيسة جدا لسبر غور الفضاء كله أو على الأقل غور تلك الاجزاء منه التى نستطيع أن نرى فيها متغيرات قيفاوية . وقد استخدم الدكتور شيلى المدير الحالى لمركز هارفرد هذه الطريقة ، بعدا اكتشافها بقليل ، فى قياس أبعاد بعض جموع من النجوم تعرف "بالجموع الكرية" يحتوى كل منها بضع مئات آلاف من النجوم .

### الجموع الكرية

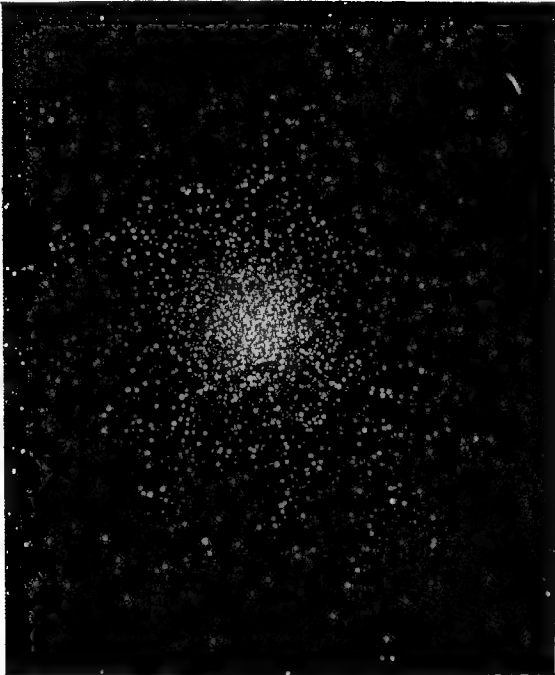
تصور سربا من النحل مستقرا فى الهواء الطلق تجده يكون كتلة كرية عند المركز يطن حولها عدد عظيم من النحل يكون شبه جؤ للسرب الأصيل .  
 فإذا استعضنا عن كل نحلة بنجم كان أمامنا ما يمثل مرأى الجمع الكرى تمثيلا جيدا — كتلة مستديرة من النجوم أفرادها أكثر ما تكون تقاربا عند المركز وتفرقا عند المحيط . وترى فى لوحة ٣٢ نموذجا حسنا من هذه الجموع .  
 ويبلغ المعروف من هذه الجموع الكرية نحو مائة ، وليس هناك جموع



### السحابة الحلزونية الصغيرة

تقع هذه السحابة النجمية المتراصة في كوكبة توكن قرب القطب الجنوبي ولذا لا يمكن رؤيتها في النجفرا وهي من الكبر بحيث أتب الضوء الذي يقطع ١٨٦ ألف ميل في الثانية يستغرق ٦٠٠٠ سنة في المرور من أحد طرفيها إلى الآخر وهي من البعد بحيث أن ضوءها يستغرق ٩٥٠٠٠ سنة للوصول إلينا وهي تحوى على أقل تقدير ٥٠٠٠٠٠ نجم ألمع من الشمري اليمانية كما تحوى عددا هائلا من نجوم أقل نورا من الشمري ومع ذلك لا نلقى منها نظرا لعظم بعدها إلا جزءا من ٢٥ جزءا من الضوء الذي نتلقاه من الشمري

ويمكن رؤية جنتين كربين قرب الحافة اليسارية للوحة فالذى في أعلا اللوحة هو ٧٧ التوكان وهو من أقرب وألمع المجموع الكرية لا يبعد عنا إلا  $\frac{1}{5}$  بعد السحابة الحلزونية (أنظر صفحة ١١٣)



### الجمع الكرى م ١٣ في الجاثي

هذا أجمل جمع يرى في نصف الكرة الشمالي وإن لم يكن أجمل ما في السماء كلها وهو يبعد عنا إلى حد أن ضوءه يستغرق في الوصول إلينا ٣٣٠٠٠ سنة وعلى الرغم من أنه يبعث من الضوء قدر ما تبعته الشمس  $\frac{2}{3}$  مليون مرة فإنه لا يرى بالعين المجردة إلا بصعوبة

جديدة تستكشف في الوقت الحاضر ولم يكتشف شيء منها منذ قرن أو نحوه وإذن يصح لنا أن نفرض أنه لم يبق منها شيء يستكشف، فنحن قد عرفناها جميعا، وهي في أغلبها تبدو أجراما ضعيفة النور جدا في السماء لا يرى منها بالعين المجردة إلا خمسة أو ستة .

كل هذه المجموع تحتوي أعدادا عظيمة من المتغيرات القيفاوية، وهذا يمكننا من تقدير أبعادها بدقة تذكر، ونتائج تسترعى وتبهر . حتى أقرب هذه المجموع الكرية قد تبين أنه من البعد السحيق عنا بحيث يستغرق ضوءه في الوصول إلينا نحو ١٨٤٠٠ سنة، فنحن لا نراه كما هو عليه الآن ولا في المكان الذي هو فيه وإنما نراه حيث كان وكيف كان منذ ١٨٤٠٠ سنة — أى قبل أن يتمكن الإنسان بزمان بعيد . نراه بضوء بدأ رحلته الطويلة إلينا عند ما كانت الأرض لا تزال مغطاة بالغابات الأولى الملتفة، مكتظة بالوحوش الضارية، حين كانت الزراعة مجهولة وكان الإنسان عائشا على أغش أنواع القنص وصيد السمك . فبينما كان هذا الضوء سائحا يخترق الفضاء في طريقه إلينا حدث كل ما سجل من تاريخ الجنس البشري : ستمائة جيل من البشر ولدت وعاشت معيشتها ثم ماتت، وإمبراطوريات قامت ثم اضمحلت وسقطت . هذا الوقت كله استغرقه الضوء المنبعث حتى من أقرب المجموع الكرية، استغرقه للوصول إلينا مخترقا الفضاء بسرعة تزيد على ١١ مليون ميل في الدقيقة . هذا الجمع الكرى القريب يحوى مئات الآلاف من النجوم، منها عدد كبير أسطع كثيرا من الشمس ومع ذلك فإنها من البعد بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة إلا ضعيفة خافية .

فلو اتفق أن كان في سكان هذا الجمع فليكون يدرسوننا كما ندرسهم  
لرأوا مسار الأرض السنوى حول الشمس في حجم رأس دبوس على بعد  
٤٠٠ ميل ، وهذا يرينا عبث محاولة استخدام طريقة المساحين القديمة  
في قياس أبعاد النجوم عند ما تكون المسافات بهذا العظم . فالكائنات التي  
قصارى جهدها الزحف على رأس دبوس لا يصح أن نتوقع رؤية الأجرام  
التي على بعد ٤٠٠ ميل تُغير مواضعها بقدر محسوس .

وقد وجد شبل زبادة على ذلك أن أعظم الجموع يبلغ بعده عنا نحو عشرة  
أمثال بعد أقربها ، فبينما يستغرق الضوء نحو ١٨,٤٠٠ سنة في الوصول إلينا  
من أقرب جمع إذا به يستغرق في الوصول من أبعدها نحو ١٨٥,٠٠٠ سنة .  
كذلك قاس شبل أبعاد الجموع الواقعة بين هذين الطرفين وخطط مواضعها  
في الفضاء . وقد تبين أن نظام توزيعها العام في الفضاء يشبه إلى حد ما  
توزيع الزبيب في قرصة الزبيب ، وبعبارة أخرى أنها موزعة بانتظام لا بأس به  
في فضاء شكله كالقرصة : فضاء دائري المقطع سمكه أقل من طوله وعرضه .  
إن الظاهر لنا الآن ، وإن لم يبلغ بعد مبلغ اليقين ، أن شبل كان بتخطيطه  
الجموع الكرية بهذه الكيفية يحل معضلة أكبر مما كان يظن في ذلك الوقت ،  
كان يحل معضلة نظام توزيع النجوم في الفضاء .

لعل أول ما نزع إليه الانسان الأول بغريزته هو أن يفرض أن النجوم  
تمتد ثم تمتد إلى الأبد ، هذا أبسط فرض وأقربه من وجوه كثيرة أن  
يخطر بالطبيعة على البال . ومع ذلك فهناك اعتبارات كثيرة جداً تبين أن هذا

الفرض لا يمكن أن يكون صحيحا، نذكر منها واحدا: لو أن النجوم كانت ممتدة الى الأبد الأبدي مرتبة كترتيبها بالقرب من الشمس لكان من المؤكد أننا كنا حينها وجهتنا نظرا لا بد نعثر إن عاجلا وإن آجلا على نجم، واذن كانت تبدو السماء كلها وهجا من الضوء منتظما غير منقطع، كما تبدو السماء كلها وقت عاصفة الثلج أو التراب كأنها لوح واحد من الثلج أو التراب منتظم غير منقطع . ولما كان الجزء الأكبر من السماء أسود بالليل فلنا أن نشق بأن النجوم لا تمتد إلى ما لا نهاية، بل لا بد بعد أن نذهب في الفضاء إلى بعد معلوم أن نأخذ النجوم في التناقص ثم في النهاية تختفي . وإذا ضربنا صفحا عن المناطق الخاصة التي ورد ذكرها والتي تحول فيها بيننا وبين ضوء النجوم رقع من مادة مظلمة، فإن السماء لا تظهر سوداء إلا حينما نكون قد اخترقنا بنظرنا كل المجموعة النجمية ونفذنا إلى الفضاء الخالي الذي وراءه .

### المجرة

ومع ذلك فليست سماء الليل كلها سوداء، فإتنا نرى في أي ليلة من الليالي الصافية غير المقمرة قوسا عظيما من النور اللؤلؤي الضعيف يعبر السماء من أفق إلى أفق، ولستنا نستطيع أن نعرف ماذا يجري له تحت الأفق إلا إذا سبحنا حول الدنيا . عندئذ نجد نهايته قد اتصلت في السماء الجنوبية مكونة بذلك دائرة عظيمة لانهاية لها من النور تمتزج حول السماء كلها — حزام من النور يحيط بالدنيا له اسم واحد في كل لغات العالم تقريبا هو المجرة أو الطريق اللبني<sup>(١)</sup> .

وقد خفيت طبيعة هذا القوس من النور لا على الشعوب الأولية وحدها بل على الفلكيين الأقدمين أيضا ، وقد أطلق عليه المكسيك اسما شعريا إذ سموه "الشقيقة الصغيرة البيضاء لقوس قزح المتعدد الألوان" وكان في معظم المذنبات موضوع قصص كثيرة ، أئيرة — وقد تكون منذ كرا صورة تَتَوَرَتُو "أصل المجرة" في المتحف الأهل<sup>(١)</sup> ( انظر الصورة المصدر بها هذا الكتاب ) . ثم جاءت سنة ١٦٠٩ وفيها صوّب غليليو نحو المجرة مرقبه المستحدث فكشف معها في الحال إذ ظهر أن المجرة ليست إلا سحابة من نجوم خفية مبعثرة كالتراب الفضى الدقيق على البساط السماوى القطيقي (انظر لوحة ٢٩ المقابلة لصفحة ١١٠ ولوحة ٣٣ المقابلة لصفحة ١٢٢) . كذلك بين مرقب غليليو أن الجزء الأكبر من السماء حتى في المجرة نفسها سواد ، فالنجوم ليست سوى حوادث على وراء أسود .

ولا يمكن أن ينشأ هذا السواد — فيما عدا الحالات التى تعرض فيها قطع من المادة تعوق النظر — إلا عن كون بصرنا قد اخترق النظام النجومى كله الى ما وراءه من فضاء خلاء ، واذن فنحن نصل في النهاية الى آخر النجوم حتى في اتجاه المجرة . ومع ذلك فالنجوم التى يمكن رؤيتها في هذه الجهة أكثر جدا من التى يمكن رؤيتها في أية جهة أخرى ، كما أن النجوم فيها تبدو أضعف نورا وفى ذلك إشارة الى أنها أبعد . إن من الواضح أننا نستطيع أن نساfer في هذا الاتجاه أبعد كثيرا مما نساfer في أى اتجاه آخر قبل أن نصل الى نهاية النجوم .

(١) المتحف الأهل للفن أشهر متاحف الفنون بلندن .



## عجلة النجوم

وقد وصل السير وليم هرشل الى هذه النتيجة منذ ١٢٠ سنة فقد كان يظن أن النجوم مرتبة بحيث تشبه عجلة عربية هائلة والشمس في موضع قريب من سرة هذه العجلة . وقد فرض أن النجوم التي في حافة العجلة هي المجرة ، ونسب خفاء النجوم في هذا الاتجاه الى بعدها العظيم ، وفسر كثرتها بأننا اذا نظرنا في اتجاه المجرة لم نرى نجوم الحافة فقط ولكن أيضا كل النجوم الموجودة على امتداد برمق العجلة .

وقد أيدت الأبحاث الفلكية الحديثة استنتاجات السير وليم هرشل من عدة وجوه لكنها تدل على أنه كان مخطئا في أمر واحد . فالشمس ليست كما ظن عند سرة عجلة النجوم الهائلة بل ولا قريبة منها وإنما تقع على البرمق بعيدة لحد ما عن المركز — وربما كانت قريبا من ثلث المسافة بين السرة والحافة . ذلك لأننا نعرف الآن أن تلك العجلة الهائلة من النجوم تدور في الفضاء ، لا حول الشمس ولا حول أية نقطة قريبة منها ، وإنما حول سرة على بعد منا هو من العظم بحيث أن الضوء يستغرق للوصول منها إلينا نحو ٥٠٠٠ سنة . هذه السرة تقع في اتجاه يكاد ينطبق تمام الانطباق على اتجاه مركز القرص التي تصوّرنا أنها تضم نظام الجوع الكرية . وكما اتفقا في الاتجاه يتفقان تقريبا أيضا في البعد . كذلك ينطبق مستوى العجلة ، وهو بالطبع المستوى الذي تقع المجرة فيه ، على المستوى الأوسط للقرصة تمام

الانطباق فإن نصف الجموع الكرية واقع في ناحية من المجرة والنصف الآخر في الناحية الأخرى .

وهذا يثبت اثباتا لا يكاد يتطرق اليه شك أن عجلة العربى المستديرة التى قال بها السيروليام هرشل هى فى صميمها نفس القرصبة المستديرة التى مثلناها ترتيب الجموع الكرية فى الفضاء . فالنجوم تشغل نفس مناطق الفضاء التى تشغلها الجموع الكرية وينتهيان تقريبا معا إذا سافرنا خلال الفضاء . ان هناك بينهما فرقا واحدا هو أن عجلة العربى التى تمثل النجوم لا تبلغ سمك القرصبة التى تمثل الجموع الكرية . وربما كان الأحسن أن نضع المسألة الوضع الآتى :

لندهن القرصبة بالزبد . لنبدأ بقطعها نصفين أعلى وأسفل ثم ننشر بينهما طبقة سميكة من الزبد ثم نردّها الى مكانهما . عندئذ تمثل الزبد النجوم ويمثل زبد القرصبة الجموع الكرية . وليست الشمس كما ظن السيروليام هرشل قرب وسط القرصبة . صحيح أن ما فوقها من القرصبة قدر ما تحتها بحيث تقع وسط طبقة الزبد لكنها تقريبا فى منتصف المسافة بين المركز والحافة .

هذا النموذج على ما فيه من الابتذال أبسط ما أستطيع أن أبتكره لشرح النظام الذى تقوم عليه عظمة جلال السماء بالليل . ولكى ننقل من النموذج الى الحقيقة يتحتم علينا أن نكبّر ثم نكبّر ثم نكبّر حتى تصير كل هباءة دقيقة من الفضاء ملايين الأميال . يجب علينا أن نُحل مكان الزبيبة جمعا من مئات الآلاف من النجوم ونحل مكان طبقة الزبد سحابة من ملايين كثيرة من النجوم ،

وأن ندع كل ما عدا ذلك يضمحل الى السواد القطيفي للفضاء الخلاء، أو على أكثر تقدير الى ذرات متناثرة متفرقة أو الى بقايا ذرات مهشمة وسحب من التراب . فاذا استطعنا أن نحمل خيالنا على إجراء كل هذا التبديل والتغيير فستكون النتيجة أى شيء إلا المبتذل : ستمدنا بفتاح لأجل منظر رأته أو تراه عين الانسان وسمكننا من أن ننظر الى السماء العجيبة المتراصة فنفهم من معانيها ما لم نكن نفهم .

### سما الليل

وحق مع هذا يجب ألا نتوقع أن نرى بنية السماء كلها متشورة أمام أعيننا حينما نقف في العراء ننظر الى سماء ليلة صافية ، فالمسافات في الفضاء من العظم بحيث أن أشد النجوم لمعانا لا يؤثر في أعيننا المجردة إلا اذا تصادف أن كان قريبا منا نسبيا . إننا لن نستطيع رؤيتها بغير مساعدة آلة ضوئية ما لم يكن في إمكان الضوء المنبعث منها أن يصل إلينا في أقل من نحو ثلاثة آلاف سنة فاذا تذكرنا أن بعد حتى أقرب المجموع الكرية إلينا قدر ذلك ست مرات أمكننا أن نقول بأن كل النجوم التي نستطيع أن نراها فرادى "كنجوم" تقع في جزء صغير جدا من الفضاء محيط بالشمس — جزء من قرصة الزريب لا يزيد حجمه في ذاته كثيرا على زبينة متوسطة الحجم . ولو أن كل نجم خارج عن تلك المنطقة الصغيرة من الفضاء اندثر بغاة لما استطاعت أعيننا المجردة أن تدرك اختفاء نجم واحد . أما المجرة فستختفى عندئذ لأنها مكونة من الأضواء المجتمعة المنبعثة من عدد كبير من نجوم هي أبعد جدا من أن ترى

فرادى — كأنها أنوار مدينة بعيدة . وأما الوراء العام للسماء فستزداد ظلمته قليلا لأنه الآن تغشاه غشاوة من نور خفى لا يكاد يحس منبعث من نجوم صحيقة هى أيضا أبعد من أن ترى فرادى . ولن تدرك أعيننا المجردة تغيرات عدا هذه . فكل النجوم التى نراها فرادى ستظل كما كانت لأنها جميعا قريبة جدا من موطننا اذا قسنا المسافات بالمقاسات الفلكية .

وينتج عن ذلك أن المنظر الذى نراه فى السماء ليشا ينقسم الى قسمين متميزين : نرى أولا الكوكبات التى تتألف من وجهة مكوّنة من نجوم قريبة جدا — أى قريبة بالمقياس الفلكى، ونرى ثانيا المجرة وهى وراء مكوّن من نجوم هى من البعد عنا بحيث أنّا لا نراها إلا جماعات الكوكبات والمجرة — هذان هما كل ما نبصر . وفى المسافة الوسطى بين هذين ملايين من النجوم لا نراها مطلقا لأنها أبعد من أن ترى نجوما فرادى، وأقل من أن تظهر لنا بحابة متصلة من الضوء ، إنما قصارها أن تنشر ضوءا قليلا على ذلك الوراء المظلم من السماء .

كل هذه المجموعة النجومية — المجموعة التى على شكل عجلة حافها المجرة — تسمى عادة "المجموعة المجرية" .

### عدد النجوم

إذا أتيتح لنا أن نرى كل نجوم المجموعة المجرية نجوما فرادى فكم يكون عددها ؟ قد يبدو هذا السؤال أول الأمر أبسط الأسئلة التى على الفلكى أن يجيب عنها ، إذ قد يظن أن ليس عليه إلا أن يعدّها من خلال مرقبه .

لكن المؤسف أن الأمر ليس بهذه السهولة فإنه كلما كبر المرقب ازداد عدد النجوم التي نراها من خلاله . إن أكبر مرقب أنشئ للآن يرينا نحو ١٥٠٠ مليون نجم — عدد سكان الأرض الذين يزيد سنهم على خمس سنوات . غير أن مرقبا يصنع الآن أكبر من هذا نكاد نجزم بأنه سيكشف لنا عن نجوم كثيرة غير هذه، ولن نستطيع على الرغم من ذلك أن نرى النجوم كلها أوجها . لا ! ان من العبث أن نحاول عدّ النجوم — انما هناك طريق واحد لمعرفة عددها جميعا وذلك هو وزن النجوم كلها معا .

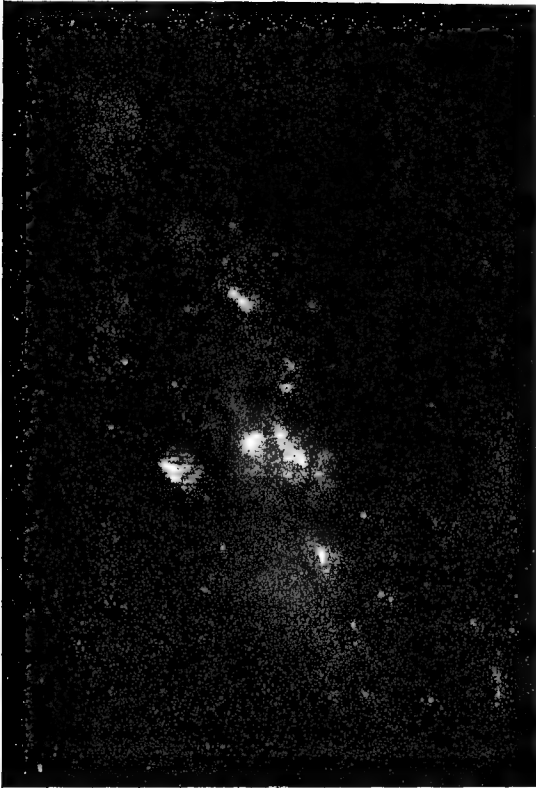
وقد يبدو منا جنونا أن نتكلم عن وزن نجوم لا نتمكن حتى من رؤيتها لكن هذا هو بالحرف الواحد ما يفعله الفلكيون حديثا .

لقد مكث الفلكيون طويلا يساورهم بعض الشك في الكيفية التي أمكن النظام النجمي بها أن يحتفظ بشكله كقرص أو عجلة إذ كان من الصعب أن ندرك لماذا لم تستطع قوة جاذبية النجوم التي عند السرة أن تجذب النجوم التي عند الحافة حتى تسقط كلها معا عنقودا واحدا عند المركز، هذا اللغز قد حل الآن . فالعجلة تحتفظ بشكلها لسبب بسيط هو أنها تدور حول السرة وهي في هذا تشبه المجموعة الشمسية وإن على مقياس هائل . والمجموعة الشمسية هي أيضا على شكل قرص أو عجلة وليس هناك سر في كيفية احتفاظها بشكلها . إنها تحتفظ بشكلها لأن السيارات تدور حول الشمس ولو بطل دورانها لسقطت نحو الشمس وليس يعصمها من هذا المصير في الواقع إلا حركتها حول الشمس . والسيارات

الأقرب الى الشمس مضطربة للحركة بسرعة أكبر من سرعة غيرها لأن قوة جاذبية الشمس التي على هذه السيارات أن تجاهد ضدها أكبر ما تكون حيث توجد تلك السيارات . كذلك الحال في مجموعة النجوم الأكبر كثيرا من المجموعة الشمسية فحركتها هي التي تمنعها من السقوط الى السرة . وقوة الجذب أكبر ما تكون قرب السرة ولذا كان أقرب النجوم الى السرة أسرعها حركة . والشمس التي على شيء من البعد عن السرة تتحرك بسرعة تقرب من ٢٠٠ ميل في الثانية وهي سرعة قدر سرعة الأكسبريس ١٠٠٠٠ مرة . وبعد الشمس عن السرة كبير لدرجة أنها على الرغم من تحركها بهذه السرعة فإن رحلتها حول السرة ربما استغرقت مائتي مليون أو ثلثمائة مليون سنة .

هذه الأرقام ليست مضبوطة قط فتحن لم نعلم للآن بأى وجهه من وجوه الدقة ، مقدار بعدنا عن السرة التي ندور حولها وان كنا أكثر علما وأحسن إحاطة بالاتجاه الذي تقع فيه هذه السرة . لأنها بالطبع لا بد واقعة في المجرة وبكاد يكون من المؤكد أنها واقعة في المنطقة المبينة في لوحة ٣٣ بالقرب من وسطها على الراجح .

والآن نجد أن وسط هذه المنطقة كان معروفا من زمن بعيد بأنه أغنى جزء في المجرة . ولما كان المتوقع أن يبلغ تكاثف النجوم أشده حول سرة العجلة ، وكان الواجب على أى حال أن نبصر أعماق المعمور بالنجوم إذا نظرنا في اتجاه السرة الى الخافة وراءها ، لم يكن من المستغرب أن نجد السرة واقعة في الجزء الغنى بالنجوم من المجرة .



### المجرة - ٢٦

تبين هذه اللوحة ألمع جزء في المجرة وأوسعها : من إانتينوس الى العقرب والجزء الأوسط مبين بتفصيل أوفى في لوحة ٣٤ (عقب هذه)



### المجموعة في الرامي

هذا هو الجزء الأوسط من لوحة ٣٣ بتفصيل أوفى وبين يسار اللوحة ووسطها السحابة النجمية العظيمة في كوكبة الرامي وهي ألمع جزء في المجموعة ومن الرابع أن الرقعة السوداء الحاجبة التي إلى اليمين (وترى أتم وأوفى في لوحة ٣٣) تخفى عنا مرة المجموعة البنية



وأغنى الأجزاء كلها بالنجوم هي السحابة النجمية العظمى في برج الرامى . هذه السحابة تقع قريبا من وسط لوحة ٣٣ ، وترى بتفصيل أعظم في لوحة ٣٤ ، وهناك عدد عظيم من أبحاث متنوعة جدًا كلها تؤكد لنا بإجماع عجيب أن سر العجلة العظيمة واقعة في هذه السحابة النجمية أو قريبا منها . ومن الراجح جدًا أنها واقعة وراء رقعة المادة المظلمة الحاجبة التي تشغل النصف الأيمن من اللوحة ، وإذا كان الأمر كذلك فلن نتمكن أبدا من رؤية السرة التي تدور حولها العجلة العظيمة .

إن أبسط ما نستطيع أن نتخيل عليه حركة النجوم هو أن نتصور مسار كل نجم ينحني انحناء مستمرا نحو سرّة العجلة بفعل قوة جذب شمس ما مركزية هائلة . ومع ذلك فالمرجح جدًا أن مثل هذه الشمس المركزية غير موجودة . ولو استطعنا أن ننفذ ببصرنا إلى ما وراء السحب المظلمة من المادة الحاجبة مارأينا على الراجح أكثر من جمع كثيف من النجوم العادية . إن أشبه الأمور بالواقع هو أن تكون النجوم يمسك بعضها بعضا بقوة التجاذب بينها كما يمسك أحد نجبي المجموعة الثنائية الآخر ، وأنها ليست تحت سلطان كتلة مركزية كبيرة واحدة .

ومق عرفنا الانطلاقات التي تتحرك بها النجوم حول السرة استطعنا أن نزن مجموعة النجوم كلها كما استطعنا أن نزن الشمس عندما علمنا كيف تتحرك السيارات حولها . إن كل نجم واقع ، لا تحت تأثير قوة جذب النجوم التي في السرة فحسب ، ولكن تحت تأثير جذب مجموعة النجوم كلها وبذا نستطيع

أن نوجد لا وزن نجوم السرة فحسب بل وزن نجوم العجلة كلها . وما  
كما نعرف أن متوسط وزن النجم قدر وزن الشمس تقريبا أو ربما كان  
أقل قليلا فانا نستطيع أن نقدر عدد النجوم الكافي لتكوين عجلة العربة .  
ولا حاجة بنا لأن نقول إنه ليس في استطاعتنا تقدير العدد بدقة كبيرة .  
وإن من المؤكد تقريبا أنه أكثر من ١٠٠٠٠٠ مليون ، أى أنه يكاد يكون  
من المؤكد أن هناك أكثر من ٦٠ نجما مقابل كل رجل وامرأة وطفل على  
وجه الأرض ، وقد يصل العدد الى ضعف هذا بل ربما الى ثلاثة أمثاله  
أو خمسة أمثاله .

وليس من السهل إدراك معانى مثل هذه الأعداد . فلننظر أولا كم نجما  
في ليلة تامة الصفاء نستطيع أن نراه بأعيننا فقط دون استخدام أى مرقب .  
إن النجوم تبدو فوجا عظيما وإذا طلب الى معظم الناس أن يحسبوا عددها  
فسيقولون مائة ألف أو عشرين مليونا أو عددا مثل هذا . لكن الواقع أن  
أقوى بصر وأحدّه إنما يستطيع أن يرى نحو ٣٠٠٠ - وهو عدد يزيد  
قليل على عدد حروف الطبع الموجودة في صفحتين من هذا الكتاب .

تصور الآن أن كل واحد من الثلاثة الآلاف نجم التي يمكننا رؤيتها  
قد اتسع وامتد حتى صار سماء كاملة جديدة مملوءة بالنجوم . هذه الأعجوبة  
من أعاجيب التخيل اذا قدرنا عليها لا تعطينا إلا تسعة ملايين نجم فقط وهذا  
لا يزال كسرا ضئيلا من عدد نجوم السماء كلها . إنه يساوى عدد الحروف  
التي في صفحات نحو أربعين كتابا كل منها في حجم هذا الكتاب ، ولكي

تتخيل المجموع الكلى لنجوم السماء يجب أن نتصور مكتبة ضخمة تحوى على الأقل نصف مليون كتاب كل منها مثل هذا الكتاب بجميع حروف الطبع التى فى جميع صحف كل كتب هذه المكتبة عددها مساو تقريبا لعدد نجوم السماء . وإذا كنا نطالع بسرعة صفحة فى الدقيقة مدة ثمان ساعات فى كل يوم فلا بد لنا من ٧٠٠ سنة لقراءة هذه المكتبة عن آخرها . كذلك لو كنا نعدّ النجوم بسرعة ١٥٠٠ نجم فى الدقيقة — أى ٢٥ فى الثانية — لاستغرق عدّنا النجوم كلها ٧٠٠ سنة . وأرضنا ذيل ضئيل لنجم من تلك الأنواع المتزامية ، لنجم لا يكاد يبين ، فهى أقل — أقل كثيرا جدا — من نقطة نون فى مكتبتنا ذات نصف مليون مجلد . وكان الأولى أن نشبهها بهباءة من التراب المحبوس بين صفحتين ، هباءة لا ترى إلا بالمجهر ، وهذه الهباءة من التراب هى التى كان يظن سكانها من نحو ٣٠٠ سنة أنها مركز العالم كله وأن النجوم الأخرى تدور جميعها حولها — بل لم تخلق لأى غرض سوى أن تدور حولها وترسل قليلا من الضوء إليها من آن لآخر إذا غابت الشمس أو غاب القمر . فالآن نبدأ ندرك مقدار تفاهة موطننا فى الفراغ فى الواقع ، ومع ذلك فالجزء الأكبر من القصة لا يزال ينتظر من يرويه كما سنرى فى الفصل التالى .

## الفصل السابع

### بعيدا في أعماق الفضاء

قد رأينا كيف كان طبيعيا حين كان المعروف عن الفلك قليلا أن نتصور أن النجوم تمتد الى ما لا نهاية، بحيث أننا مهما توغلنا في الفضاء وتحسسنا فانا نصل الى نجوم بعد نجوم . وقد كان شأننا في ذلك شأن الطفل الذي ينشأ في المدينة فهو يتصور أعمدة المصابيح ممتدة بلا انقطاع، ومع ذلك فنحن نعلم الآن أننا إن توغلنا في الفضاء مسافة كافية وصلنا الى مناطق فيها تبدأ النجوم لتضاءل في العدد ثم تختفي كلية ، عندئذ نكون قد توغلنا في أعماق الفضاء الى ما وراء المجرة . إن النجوم تشبه أنوار مدينة كبيرة لكن ليس هناك مدينة مهما كبرت تمتد الى غير انتهاء، وإذا نحن توغلنا في السير توغلا كافيا فسنخرج من المدينة ونبلغ في آخر الأمر العراء المظلم الذي وراءها .

على أن هذا ليس هو القصة بأكملها فنحن الآن نعرف أن مجموعة النجوم التي تشبه العجلة والتي تحدها المجرة ليست مجموعة النجوم الوحيدة في الفضاء . إن هناك وراء المجرة على بعد شاسع منها مدنا أخرى لكل مدينة منها نظامها الخاص من الأنوار . فالعراء المظلم المحيط بمدينتنا نحن ليس نهاية كل شيء إذ لو تأثرنا على التغلغل فيه زمنا كافيا لوصلنا في الوقت المناسب الى مدينة

أخرى أنوارها نجوم شبيهة بالنجوم المحيطة بشمسنا . والآن أشرح لك الدليل على هذا القول .

حينما نبتعد عن البرموجلين في البحر لا نبصر الأنوار في إحدى مدن الساحل قطا من الضوء متميزة لأنها تندمج كلها معا فتكون ما يشبه سخابة من الضوء مختلطا بعضها ببعض ، فاذا ما اقتربت بنا السفينة من الساحل بدأنا نبصر الأنوار فرادى . نبصر أكثرها لمعانا أول الأمر ، ثم نبصر كذلك أضعفها فيما بعد .

وهذا هو الشأن بالدسبة للندن النجومية البعيدة المتوغلة في الفضاء ، فنحن وإن كنا لم نقرب منها يصح أن نقول إن الزيادة المستمرة في قوة مراقبتها تقربها منا ، ولذا قد بدأنا في السنين القليلة القريبة نبصر أضواءها فرادى ، ونعرفها على ما هي عليه مدنا من النجوم كمدننا . لكن طبيعتها هذه كانت متوقعة من قبل أن تعرف بالتحقيق بزمن طويل . ففي سنة ١٧٥٥ وصفها الفيلسوف كانت بأنها "مجموعات من نجوم كثيرة تبدو لنا لبعدها كأنها لا تشغل إلا حيزا هو من الضيق بحيث أن الضوء الذي لا يمكن أن يحس من كل منها على أفراد يصل إلينا لكثرتها البالغة ومضة مستمرة باهتة" .

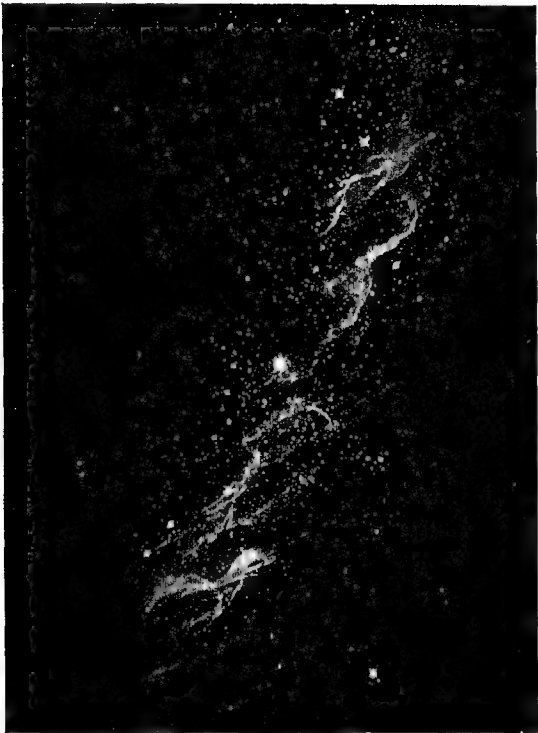
وإذ كانت المدن لم تبد إلا سخبا ضعيفة من الضوء فقد سميت "سدائم" وهي تعريب كلمة لاتينية معناها ضباب أو سحب . وليست كل السدائم مؤلفة من طوائف من النجوم فالسدائم الحقيقية نوعان مميزان يمكن تمييزها بأشكالها . فسدائم النوع الأول منتظمة الشكل أو قريبة جدا من ذلك ، أما سدائم

النوع الثانى فشكلها لا نظام فيه مطلقا وهى بلا شك أبلغ الأجرام أثرا فى نفس الناظر الى السماء بمرقب ، ولا يرجع ذلك إلا لقربها منا — كما يبدو القمر أبلغ أثرا فى النفس من منكب الجوزاء . وهى تبدو عادة قريبة الشبه بكُل الدخان السائبة كلك التى ترى متصاعدة من بيت أو كومة تبن شبت فيها النار ، وما هى فى الواقع إلا ما يصح وصفه بأنه دخان مدينتنا النجمية تضيئسه أنوار مدينتنا النجمية . هى نتف وتصب من التراب والغاز المضىء ممتدة من نجم الى نجم داخل حدود المجرة ، مكوّنة رقعا منيرة ورقعا مظلمة على السماء كالتى يكوّنها على السماء دخان النار العادية ولهبها .

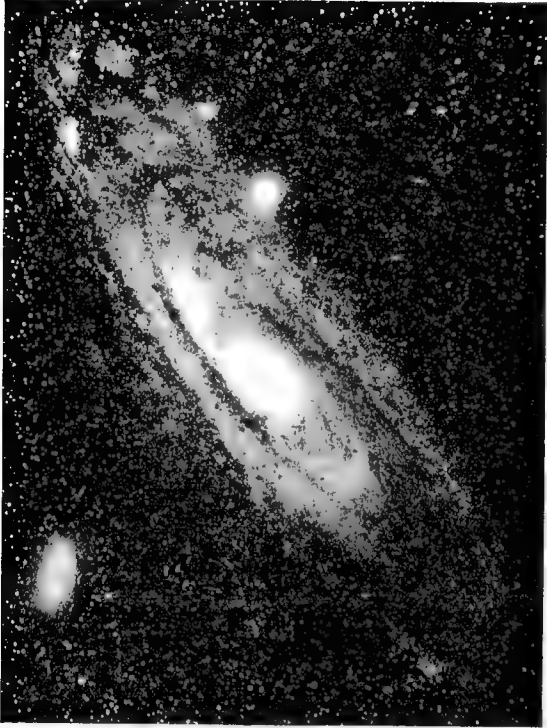
وقد سبق أن عرضنا عليك فى لوحة ٢٧ ( صفحة ٨٦ ) ولوحة ٣٠ ( صفحة ١١١ ) مثلين من هذا النوع من السدائم كلاهما فى كوكبة الجبار وترى فى لوحة ٣٥ مثلا ثالثا فى كوكبة الدجاجة .

### السدائم العظمى النائية

والنوع الآخر وهو السدائم المنتظمة الشكل عبارة عن المدن النائية من النجوم ، وهى من البعد بحيث أنها تبدو قليلة الأثر فى النفس قلة عجيبة إذا نظرنا اليها مباشرة ولو من خلال مرقب قوى فإن ضوءها الخفى لا يكاد يؤثر فى أعيننا إلا قليلا . وألمعها جميعا هو السديم الأعظم فى كوكبة المرأة المسلسلة ( انظر لوحة ٣٦ ) وصفه الفلكى مار يوس بأنه يبدو "كضوء شمعة يرى من من خلال بوق" . ولكى نفهم ما هى هذه السدائم لابد لنا من أن نمكن ضوءها



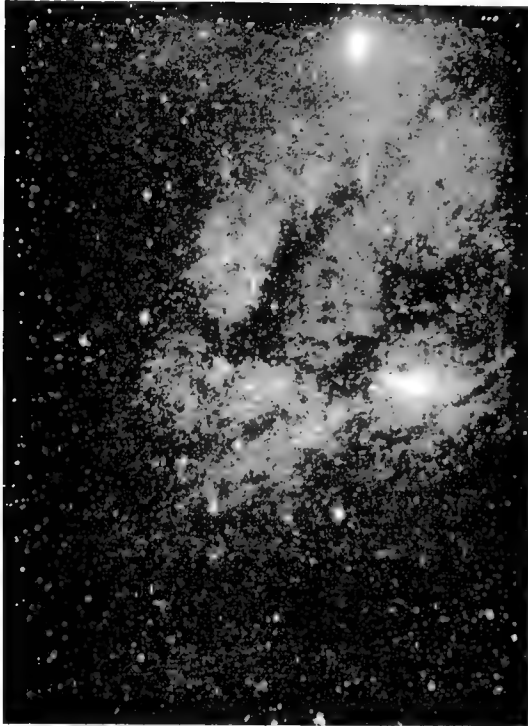
التسدم في الدجاجة  
(أنظر صفحة ١٢٨)



### السديم الأعظم م ٣١ في المرأة المسلسلة

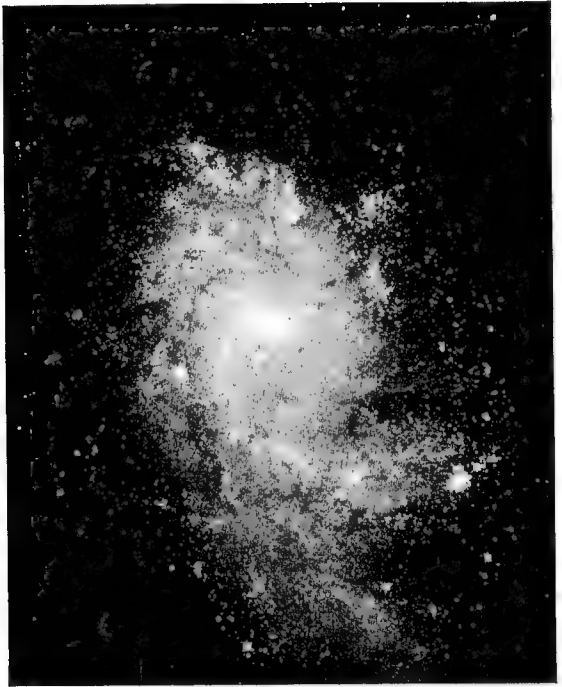
هذا السديم وهو أظهر المدن النجمية في الفضاء يزد بعدة قليلا على بعد م ٣٣ (لوحة ٣٨) ويستغرق ضوءه في الوصول إلينا ٩٠٠٠٠٠ سنة وهو من عظم الاتساع بحيث أن الضوء يستغرق نحو ٥٠٠٠٠ سنة في اختراقه من جانب إلى جانب





الحرف الخارج للسديم الأعظم م ٣١ في المرأة المسلسلة

يُبين هذه اللوحة بالتفصيل الركن العلوي اليساري للسديم المين قبالة هذه، وهو كما يرى تألف من نجوم فرادى



### السديم م ٣٣ في المثلث

مع أن هذا أقرب كل ما في الفضاء من مدن مجوية فإن ضوءه يستغرق في الوصول إلينا ٨٥٠٠٠ سنة ولا بد من تكبير هذه الصورة حتى تصبح قدر أوريا بأمرها قبل أن يصبح مرئيا فيها جرم قدره مثل قدر الشمس

من التأثير في لوحة فتغرافية ساعة بعد ساعة بل ربما ليلة بعد ليلة فإذا فعلنا ذلك أخذت بعض الأضواء الفردية المنعزلة تبرز من بين ضوء السدائم العام ( انظر لوحة ٣٧ ) ويتبين أن هذه الأضواء نجوم . ونحن نعرف أنها نجوم لأن كثيرا منها متغيرات قيفاوية من غير شك، تبدى لنا عن نفس الخصائص والتقلبات الضوئية المألوفة التي تبدى لنا عنها المتغيرات القيفاوية الأقرب الى موطننا . وهذا لنا من سعادة الجدل لأشأ كما سبق أن رأينا نستطيع أن نقدر بعد أى متغير قيفاوى من لمعانه البادى أو ضعفه . والمتغيرات القيفاوية التي في السدائم تظهر كلها ضعيفة جدا . وإذا كنا نعرف أنها في ذاتها نجوم شديدة التالى فان هذا وحده يبرهان على أن السدائم على بعد عظيم جدا .

وإذا لتحتاج الى وحدة طويلة من وحدات الطول لقياس هذا النوع من المسافة . إن الضوء يقطع ١١ مليون ميل في الدقيقة أو نحو ٦ ملايين مليون ميل في السنة . ويختار الفلكيون هذه المسافة وحدة لمقاييسهم ويسمونها "سنة ضوئية" . وكما أن الألمان عند ما يتكلمون عن مسافة ساعة يعنون بذلك المسافة التي يمشيها الرجل في الساعة، كذلك عند ما يتكلم الفلكي عن سنة ضوئية فانه يعنى المسافة التي يقطعها الضوء في سنة .

### أقرب المدن النجمية

قد رأينا كيف أن الضوء المنبعث من أقرب الجموع الكرية يستغرق في الوصول إلينا ١٨٤٠٠ سنة أو كيف أن بعد أقرب جمع كرى منا ١٨٤٠٠ سنة

ضوئية كما نستطيع الآن أن نقول . لكن أقرب سديم إلينا وهو م ٣٣<sup>(١)</sup> في كوكبة  
المثلث (لوحة ٣٨) قد تبين أنه على بعد ٨٥٠٠٠٠ سنة ضوئية ، فبعده قدر  
بعد أقرب الجموع الكرية أكثر من أربعين مرة .

إن الضوء الذي به نبصر الجموع الكرية قد بدأ رحلته الطويلة عبر الفضاء  
قبل أن يصير الإنسان متمدينا ، أما الضوء القادم حتى من أقرب السدائم  
فقد بدأ قبل أن يُخلق الإنسان بالمرّة . فلو أن أول إنسان عمر الأرض كان  
قد بنى محطة لاسلكية وأذاع منها نداء ينادى به جميع المحطات التي في الفضاء  
يبحث عما إذا كان هناك في العالم أى مخلوقات عاقلة أخرى لما كان نداؤه  
بلغ أقرب السدائم للآن .

حتى أقصى الجموع الكرية تبعد عنا بأقل من ربع بعد أقرب السدائم ،  
فبعد أن تترك كل الجموع الكرية وراءنا لا بد لنا قبل أن نبدأ نلقى السدائم من  
أن نقطع أربعة أمثال المسافة التي قطعناها . ولما كانت الجموع الكرية تعين  
حدود المجرة كان معنى هذا أن السدائم منفصلة تماما عن المجرة . ولو مثلنا  
لمدينتنا النجومية في القدر بلندن لو وقعت أقرب مدن الفضاء إلينا بقرب  
كبدرج ، وبين الاثنين عراء طلق كثير .

والمدينة النجومية التي تلي هذه لاتبعد عنها إلا قليلا على بعد ٩٠٠٠٠٠ سنة  
ضوئية منا . فإذا مثلنا لأقرب مدينة نجمية بكبدرج صح أن نمثل بأ كسفورد

(١) م ٣٣ (M. 33) معناه رقم ٣٣ في كاتالوج مسيه (Messier) .

لألقى عليها وهي السديم الأعظم في كوكبة المرأة المسلسلة (انظر لوحات ٣٦ و ٣٧ و ٤٢) ، أشهر مدن النجوم في الفضاء وأعرقها ، ثم هي السديم الوحيد الذي يرى بوضوح تام بالعين المجردة . وهي تكاد تقع في شمال النجم باء المرأة المسلسلة ( انظر الخريطة النجومية الأولى و صفحة ١٧٤ ) ولا بد من الاعتراف بأنها مخيبة جدا لأمل من يتطاب فيها منظرا ، ومع ذلك فربما كانت تستحق أن ينظر الانسان اليها مرة في العمر ولو ليتفكر وهو ينظر اليها أن شبكية عينه يؤثر فيها ضوء ظل يعبر اليه أجواز الفضاء ٩٠٠٠٠٠ سنة ضوئية متصلة . إن أمواج الضوء المتولدة من وثوب الكهروبات في ذلك السديم البعيد منذ ٩٠٠٠٠٠ سنة قد كانت تسبح في الفضاء غير مبرّقة منذ ذلك الحين والآن حين تلج أعيننا تصادف مادة صلبة للمرة الأولى بعد ترك السديم . تلك الأمواج ترد العين على التتابع بغير انقطاع بمعدل نحو ٥٠٠ مليون موجة في الثانية ، وشعاع الضوء الذي يصل ما بين عينك وبين السديم يحتوي من الأمواج ما يكفي لإمداد البصر بالأمواج ٩٠٠٠٠٠ سنة على هذا المعدل وللذين يحبون الحساب أن يحسبوا بالضبط مقدار عدد هذه الأمواج إن شاءوا .

وايس هناك سدائم كثيرة قريبة قريبا يمكن من تمييز متغيرات قيفاوية فيها فاذا ما تيسر هذا التمييز أمكن في الحال اكتشاف أقدار السدائم وأبعادها ، لكن لا بد من اتباع طرق أخرى في أغلب الحالات .

إذا وضع عدد من أجسام متشابهة تمام التشابه على أبعاد مختلفة منا فإنها

تبدو بالطبع بأقدار مختلفة لكن لمعان سطوحها لا يتأثر بالمسافة إلا إذا كانت هناك في الفضاء مادة تضعف الضوء أو تحجبه . لكن لدينا كل الأسباب التي تجعلنا على الاعتقاد بأن وجود مثل هذه المادة نادر لدرجة أنه يمكننا إغفاله إلا في أجزاء قليلة خاصة من السماء . والآن يجد الدكتور هيل أحد فلكيي مرصد جبل ولسن أن السدائم ذات الشكل الواحد تظهر جميعا ذات لمعان واحد وتختلف فقط في القدر الظاهري . هذا يشير بقوة الى أنها متشابهة في بنائها لا تختلف إلا في أبعادها عنا وبذا نستطيع أن ندرك أبعادها إما من أقدارها الظاهرية أو من مقدار الضوء الذي نتلقاه منها . ومختصر القول أنه كلما بدا السديم أصغر وأخفى كان السديم أبعد وتبين لوحة ٤٠ جمعا من السدائم في كوكبة ذات الشعور على بعد ٥٠ مليون سنة ضوئية على الأرجح . والسدائم في هذا الجزء من السماء كثيرة متراصة بحيث أن اللوحة تحتوى من السدائم أكثر مما تحتوى من النجوم . وتبين لوحة ٤١ جمعا من السدائم أبعد حتى من هذه في كوكبة الفرس الأعظم ، وكل واحد من الأجرام الخفية الغامضة الحدود في اللوحة عبارة عن سديم ويبلغ عددها جميعا ١٦٢ ، لو تيسرت لنا رؤية كثير منها عن قرب كاف لبدت لنا مجموعات شاسعة معقدة التركيب كالتى في السديم القريب المبين في لوحات ٣٦ و ٣٨ و ٤٣ . وأبعد ما كشفت عنها مراقبنا من السدائم هى من البعد بحيث يستغرق الضوء فى الوصول إلينا منها نحو ١٤٠ مليون سنة .



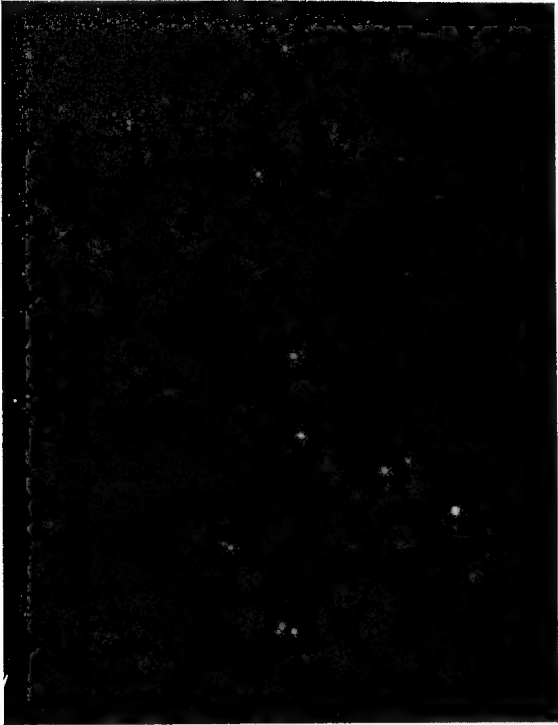
السديم م ٨١ في الدب الأكبر

هذا من أجل ما في الفضاء من مدن نجمية وهو أول سديم لوحظ دورانه ويستغرق ضوءه  
في الوصول إلينا ١٦٠٠٠٠٠ سنة



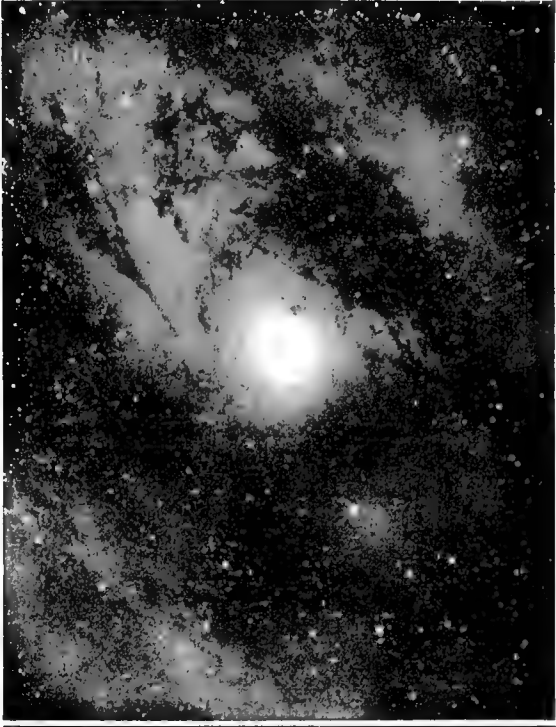
جمع من السدائم في ذات الشعور  
أغلبية الأجرام التي في هذه الصورة سدائم من البعد عنا بحيث أن ضوءها يستغرق ٥٠ مليون سنة  
للاوصول إلينا





### أقصى أعماق الفضاء

تبين هذه اللوحة بعضاً من أبعد الأجرام السماوية التي يمكن تناولها بالرصد — جمع مكون من ١٦٢ سديم في القوس الأعظم أغلبها على أبعاد تبلغ ١٠٠ مليون سنة أو أكثر وكل منها يحتوي مادة كافية لصنع مدينة نجمية مكونة من آلاف الملايين من النجوم



المنطقة الوسطى للسديم الأعظم م ٣١ في المرأة المسلسلة  
تبين هذه اللوحة بالتفصيل المنطقة الوسطى للسديم المين في لوحة ٣٦ ولا يمكن كشف  
أى نجم في الكتلة المنقوشة الوسطى

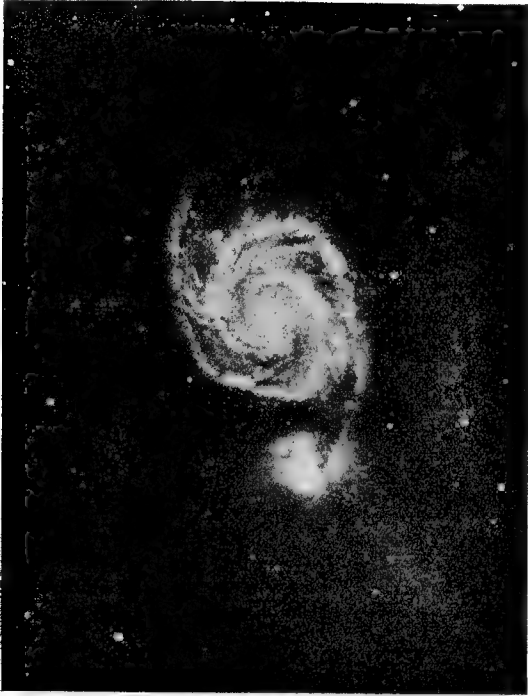
وقد قام الدليل على أن المقارنة التي عملناها بين المجموعة المجرية وأقرب سديمين وبين لندن وأكسفورد وكبردرج مقارنة صحيحة من وجوه كثيرة، فأكبر المراقب يكشف عن سببائهم عددها جميعا نحو مليونين ليس فيها كلها حسبا نستطيع أن نحكم إلى الآن، واحد في كبر مدينتنا النجمية، ولذا فقد أحسنا أولا إذ شهبنا هذه بلندن التي هي أكبر مدينة في العالم، وفي الحق أن كثيرين من الفلكيين يميلون إلى اعتبار المجموعة المجرية مكوّنة من عدد من المدن النجمية تجمت وتدخل بعضها في بعض شأنها في ذلك بالضبط شأن لندن التي تجمت من مدن بعضها متدخل في بعض . فإذا كانت لندن تمثل المجموعة المجرية في القدر فان كبردرج وأكسفورد ليمثلان أقرب مدينتين نجميتين إلينا في القدر أيضا ، وتستقيم المقارنة كذلك بالنسبة لعدد السكان وأيضا بالنسبة للترتيب في الفضاء، فعدد سكان لندن قدر عدد سكان كبردرج أو أكسفورد نحو مائة مرة، ومدينتنا النجمية تحتوى من النجوم بالتقريب قدر ما يحتويه أى السديمين الأقربين إلينا مائة مرة . على أنه قد يبدو من الغريب أن نتحدث بمثل هذا الوثوق عن المجموع الكلى للنجوم في سدايم هي من البعد عنا بحيث أننا لا نستطيع أن نرى سوى قليل من أشد نجومها لمعانا .

### وزن المدن النجمية

قد رأينا كيف أن مجموعة النجوم التي ننسب إليها وهى المجموعة المجرية مسطحة كالمجموعة الشمسية ، كما رأينا أنها تستطيع أن تحتفظ كالمجموعة

الشمسية بشكلها المسطح لكونها في دوران دائم . وكثير من السدائم مسطح أيضا في شكله ومن المعقول فيما يظهر أن نختل أن هذه أيضا تحتفظ بشكلها المسطح لكونها في دوران . والرصد يحقق هذا الحدس إذ أنه قد كشف عن أن السدائم تدور، ولا بد على وجه التحقيق تقريبا أن تكون هذه الحركة الدورانية هي التي تتجى النجوم التي على حافة السدائم من السقوط نحو مراكزها . ولو علمنا سرعة تلك الحركة لأمكننا حساب مقدار قوة الجذب نحو المركز ومن ثم نستطيع أن نزن السدائم — كما نستطيع قريبا من موطننا أن نزن الشمس أو المشتري أو كل المجموعة المجرية من النجوم . وقد وجد أن متوسط وزن السديم قدر وزن الشمس ألفين أو ثلاثة آلاف مليون مرة .

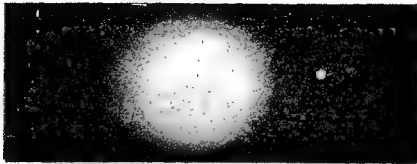
ولا يتحتم أن يكون معنى ذلك أن في كل سديم هذا العدد من النجوم فالظاهر أن قليلا من السدائم، إن كان، يحتوي على نجوم فقط . أما أغلبها فله منطقة مركزية تبدو أشبه بسحابة غازية منها بسحابة نجمية . وعلى أي حال فلم يوجد بعد المرقب الذي يستطيع أن يحلل تلك السحابة الى نجوم (انظر لوحة ٤٢) وبالطبع لا بد للسحابة من أحداث قوة جذب قدر التي تحدتها نجوم في وزنها، وإذن فوزن هذه السحابة، غازية أو كائنة ما كانت، داخل في تقديرنا وزن السديم . لكن اذا لم تكن تلك السحابة، الغازية في الظاهر، تركب من نجوم بالفعل فمن المحتمل فيما يظهر أن يكون مقدرا لها أن تصير نجوما في الوقت المناسب . واليك علة ظننا هذا :



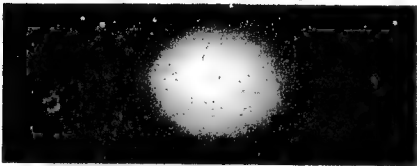
السديم م ٥١ في كلب الصيد

هذا من أقرب السدائم بعد السديمين المئتين في لوحتي ٣٦ و ٣٨ وربما استغرق ضوءه  
في الوصول إلينا ١١٠٠٠٠٠ سنة

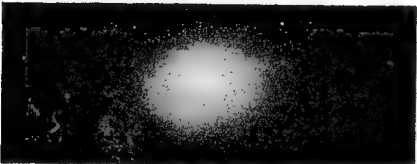
لوحة ٤٤



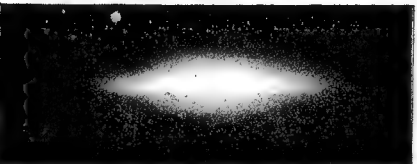
الكلوج العام  
الجديد  
N. G. C.  
٣٣٧٩



٢٢١



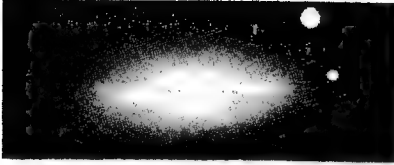
٤٦٢١



٣١١٥

نتائج سديمي - ١  
هذا النتائج انتم في لوحة ٥٤ المقابلة لهذه

## لوحة ٤٥



الكلج العام  
الجدید  
N. G. C.  
٥٨٦٦



٤٥٩٤



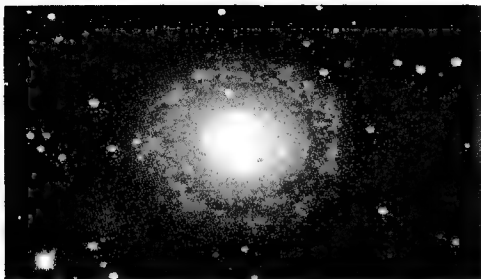
٥٧٤٦



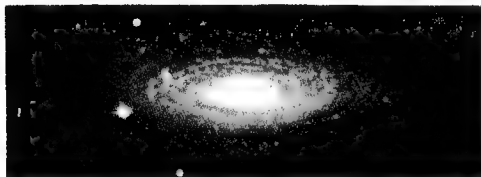
٤٥٦٥

## تتابع سديمي - ٢

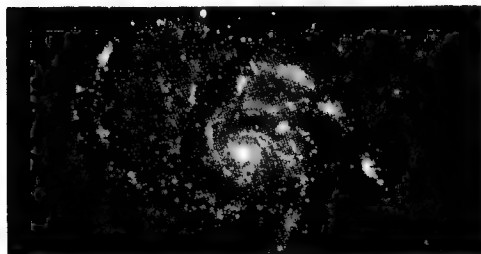
هذه اللوحة و لوحة ٤٤ المقابلة لها تكونان معا تتابعاً سديماً مرتباً تبعاً لزيادة التفرطح



التأرجح العام  
الجديد  
N. G. C.  
٧٢.١٧



٢٨٤١



٥٤٥٧

### تتابع سديمي — ٣

سلائم مشابهة للثلاثة الأخيرة في لوحة ٤٥ منظور اليها من زاوية مخالفة والسديان المبتنان في لوحتي ٣٨ (صفحة ١٢٨) و ٣١ (صفحة ١١٢) يكملان التتابع الذي ينتهي بسحابة نجمية



## نشوء السدائم

السديمان الأقربان إلينا اللذان شبهناهما بكبرج وأكسفورد هما في فرطحة الفطيرة الرقيقة ومجموعتنا نحن النجومية أى المجموعة المجرية هى أيضا مفرطحة وإن لم تبلغ مثل هذا التفرطح البالغ . لكن ما كل السدائم المنتظمة الشكل مفرطح ، فاللوحتان ٤٤ و ٤٥ تبيانان نماذج مختلفة من السدائم المرصودة ونرى أن بعضها مستدير ككرة الكريكت وبعضها به قليل من الفوطحة كالبرقالة وبعضها أبعد جدا في التفرطح ، وهكذا ندرج السدائم الى أن تصل في النهاية الى ما هو تام التفرطح كالسديمين الأقربين إلينا . وفى استطاعتنا أن نرتب السدائم المختلفة الشكل على حسب درجة تفرطحها كما نستطيع أن نرتب كومة من الخرز بحسب القدر أو اللون أو الشكل أو أية خاصية واحدة نشاؤها . وقد رتبنا السدائم على هذه الصورة فى لوحى ٤٤ و ٤٥

والآن إذ رتبنا السدائم على حسب درجة تفرطحها نجد ونحن نتبعها أن عددا من خصائصها الأخرى يتغير كذلك بالتدرج ، فكأنما كنا قد نظمنا كومة من الخرز في خيط بحيث يكون أكبرها في طرف وأصغرها في طرف ثم اكتشفنا ونحن نمزجها على الخيط أن الذى يتغير بالتدرج ليس القدر فقط بل الشكل واللون أيضا فكأننا بمحاولتنا ترتيب الخرز على حسب القدر قد رتبناه بغير قصد حسب اللون والشكل . فمثلا نجد بوجه عام أن أكثر السدائم تفرطحا هى أكبرها والعكس بالعكس ، فترتيب التفرطح هو أيضا ترتيب القدر . ويصدق هذا على الشكل كذلك ، فالسديمان اللذان فى درجة

واحدة من التفرطح يكادان عادة يتطابقان في الشكل وهلم جرا . وبالاختصار يمكن ترتيب السدائم المنتظمة الشكل كلها تقريبا في تسلسل واحد كالخز على الخيط وعندئذ تتغير خصائصها كلها بالتدرج ونحن نمتر من أول الخيط الى آخره .

أو كأننا — اذا عدنا الى مقارنة لنا قديمة — قد أخذنا نفرز مجموعة من الكلاب المختلفة فرتبناها أولا حسب القدر، واذا بنا نجد أننا قد رتبناها في الوقت نفسه حسب الوزن والعلو وطول الفروة وهلم جرا . عندئذ ينبغي أن نستنتج أن الكلاب جميعا من سلالة واحدة ، وربما جال بخاطرنا أيضا أن الترتيب الذي رتبناها به هو بالتقريب ترتيبها حسب تزايد العمر .

بنفس الطريقة يصح أن نقول إن أغلبية السدائم من سلالة واحدة . ومن المحتمل جدا على ما يظهر أن التسلسل الفرد الذي يمكن ترتيبها عليه هو تسلسل في العمر لا أكثر، أو بعبارة أدق قليلا هو تسلسل حسب التقدم في أطوار النمو . إن السدائم المختلفة ، على الرغم من افتراقها البين في المظهر ، يرجح أن اختلافها هو في صميمه اختلاف في مقدار النمو كاختلاف سلسلة من الرضع والأطفال والصبية والرجال والشيوخ .

### مولد النجوم

هناك مميزة أخرى لم تذكر للآن تتغير أيضا بالتدرج حين تتبع سدائنا المنظومة : مميزة ربما كانت أهم المميزات كلها . إن أحد طرفي الخيط ينظم

سدائم لا فرطحة فيها مطلقا، سدائم في استدارة كرة الكريكت وليس من الممكن تمييز نجم ما في أية واحدة منها ، فهي تبدو مجرد كرات مُشعّاة من الغاز أو سحب منقوشة من التراب . فإذا تتبعنا خيط السدائم وجدناها تزداد تفرطحا ، لكن يظل تمييز نجم فيها ممتنعا زمنا طويلا . فإن النجوم لا تبدأ تيين إلا بعد أن تصير السدائم مفرطحة جدا . عندئذ تظهر النجوم أولا في الحواف الخارجية ، في المناطق القريبة من حرف السديم . فإذا ما أفضى بنا تتبع الخيط الى سدائم أكثر تفرطحا حتى من السابقة وجدنا المناطق النجمية من السديم تشغل مساحة أكبر ثم أكبر ، ولا تزال تزداد حتى يقع المركز نفسه فريسة في النهاية فينقطع نجوما . ولقد بين الدكتور هبل أن التسلسل الموضح في اللوحات من ٤٤ الى ٤٦ يمكن نتيجه من غير تكلف بأن نضيف إليه أولا أقرب جيراننا البنا في الفضاء ، م ٣٣ ( لوحة ٣٨ المقابلة لصفحة ١٢٩ ) التي تتركب كلها تقريبا من نجوم ، ثم نضيف إليه السحابة المجلية الصغرى ( لوحة ٣١ المقابلة لصفحة ١١٢ ) التي لا تتركب من شيء سوى نجوم . والآن أصبح السديم ليس إلا سحابة من نجوم — ليس إلا مدينة نجمية من النوع الذي سبق أن بحثناه .

وإذا خيط سداًمنا أو تسلسلها يبدأ بشيء يشبه كرة من الغاز ذات زغب قد خلت من شيء يميزها ، وينتهى كمدينة من النجوم . ومن الصعب على كل حال أن نقاوم الظن أن مثل هذا التسلسل هو نمو مطرد بحيث نجد أشياء مرورنا عليه أن ما كان في الأصل سحابة غاز لا شكل لها قد تكاثف

بالتدريج إلى نجوم . على أننا نستطيع أن نحقق صحة هذا الحدس بأن نحسب رياضيا السلوك الذي تسلكه سحابة من غاز ساخن إذا ما بردت بالتدريج أثناء تقدمها في العمر . إننا نجد أنها تتر في سلسلة الأشكال والأطوار التي يمثلها خيطنا السديمي وأنها تنتهي إلى سحابة نجمية . وفي استطاعتنا أن نفعل أكثر من هذا فنحسب مقدار الغاز الذي ينبغي أن يتكوّن منه كل نجم — أى نستطيع بعبارة أخرى أن نحكم على وزن النجوم المكوّنة بهذه الكيفية ما ذا يجب أن يكون . ولا سبيل هنا إلى إجراء حسابات دقيقة لأننا لا نعرف حالة الغاز الأصلي معرفة كافية ، لكن يكاد يكون من الواضح فيما يظهر ، حتى بدون هذه المعرفة ، أن النجوم المكوّنة بهذه الطريقة الحدسية لها أوزان قريبة جدا من أوزان النجوم في الواقع .

بناء على هذا يكون من الراجح جدًا أن النجوم ليست إلا قطرات من الغاز متكاثفة (قطرات بالمقياس النجمي بالطبع) متولدة من كتل غازية سديمية تكاثفت إلى قطع منفصلة ، كما تتكاثف سحابة البخار إلى قطرات من الماء . وهذا يفسر ببساطة كبيرة لماذا توجد النجوم جماعات كبيرة — أى مدنا من النجوم ، كل مدينة منها قد تجت من كرة واحدة من الغاز السديمي ، ولذا يجب أن تتصور السدائم المنتظمة الشكل لا على أنها مساكن النجوم فحسب ، بل على أنها أماكن ولادتها أيضا : فيها تولد وفيها تحيا وفيها تموت . وإذا رتبنا صوراً فتغرافية لسدائم حقيقية في سلسلة متصلة بالكيفية التي وصفتها — السدائم الكرية في طرف والسدائم المفرطحة في الطرف الآخر —

ثم استعرضنا أمام نظرننا هذا التسلسل ( كما نستطيع أن نفعل بدراسة اللوحات ٤٤ و ٤٥ و ٣٨ و ٣١ على هذا الترتيب ) اذن لرأينا كتلة من الغاز فوضي تتغير بالتدرج، لكن باطراد، الى حشد من النجوم . إننا في الواقع ندرس مولد النجوم .

بذلك نكتشف في الحال لماذا كانت النجوم كلها ذات وزن واحد تقريبا ، إنها ذات وزن واحد لأنها جميعا بنت عملية واحدة فهي تكاد تشبه أدوات مصنوعة صنعتها آلة واحدة .

### نشوء النجوم

طبيعى أن النجوم لا تحتفظ الى الأبد بأوزانها التي كانت لها عند مولدها فقد رأينا فيما سبق كيف ينقص وزنها باستمرار بافنائها مادتها وإحالتها إياها الى إشعاع . وعلى الرغم من وجود اختلافات كثيرة في الرأى فمعظم الفلكيين متفقون على أن النجم في العادة يولد طفلا كبير الحجم له زغب كثير، وتختلف الأبطال النجمية عن الأبطال البشرية في أنها تنقص في القدر وفي الوزن كلما تقدمت في العمر وتضعف قدرتها الشمعية في الوقت نفسه . فإذا صحت هذه الآراء فان شمسنا لا ينقص وزنها بسرعة ٤ ملايين طن في الثانية فحسب بل قدرها ولعانها أيضا آخذان في الضمور . ولو نظرنا الى بعد كاف في المستقبل لأبصرناها قد انضمرت الى نجم "هرم" ربما كان "قزما أبيض" يشبه رفيق الشعري الخفي، وإن تبعث الشمس عندئذ من

الحرارة ما يكفى لأن يمنع تجدد كل ما على الأرض . ويرجح جدا أن تكون الحياة جميعها قد اختفت من على الأرض قبل ذلك .

على أننا بدلا من أن نتابع النظر في ذلك المستقبل الكئيب سننظر الى الوراء في الزمن ونعرض الماضى من تاريخ شمسنا . إذن نراها أولا مجرد نجم طفل — نراها كرة أكثر زغباً وأكبر قدرا وأشد إضاءة مما هى عليه الآن . فإذا رجعنا أكثر من ذلك الى الوراء وجدناها شيئا لا يكاد يسمى نجما بالمرة وجدناها مجرد فقاعة من الغاز أكثر زغباً مختلطة بفقااعات أخرى تشبهها، في سديم من غاز منقوش — وهو السديم الذى قدر له أن يتكاثف في النهاية الى مدينتنا النجومية . وهناك سدائم أخرى غازية مبعثرة في الفضاء كله ستكون على مر الزمن مدنا نجموية أخرى .

### مولد السدائم

إننا نستطيع أن ننظر الى ما هو أبعد من ذلك في الزمن وان كان أكثر ذلك لا يمكن إلا عن طريق الحدس . لتخيل على سبيل الحدس أن الفضاء كان في بدء الزمن ممتلئا كله بالغاز امتلاء منتظما، كما يمتلئ البهو الكبير أو المعبد الجامع بالهواء الذى تنفسه . عندئذ يكون من الممكن إقامة الدليل على أن الغاز لن يظل منتشرا في الفضاء بانتظام على هذه الصورة، بل يبدأ في الحال يتكاثف كرات منعزلة ، وفي وسعنا أن نحسب مرة أخرى مقدار الغاز الذى ينبغى أن تتكوّن منه كل كرة فنجد لنتيجة الحساب مغزى واضح الدلالة إذ نجد

أن كل كرة تحتوي من الغاز نحو المقدار الذى يحتويه كل سديم من السدائم المقدر لها فى اعتقادنا أن تكون مدنا نجمية .

فالراجح بناء على هذا أن مادة الكون بدأت غازا منتشرا خلال الفضاء بانتظام وأن السدائم خلقت من تكاثف هذا الغاز . فاذا صح هذا الحدس أمكننا أن نركب قصة نشوء الكون قطعة تضم الى قطعة بالكيفية الآتية :

### تاريخ الكون

سنبدأ عند مبدأ الزمن حين كانت جميع الذرات المقدر لها أن تكون الشمس والنجوم والأرض والسيارات وأجسامكم وجسمى، وأيضا جميع الشعاع الذى انصب من الشمس والنجوم منذ ذلك الحين - نبدأ حين كان ذلك كله مختلطا ببعضه ببعض ومكونا كتلة من الغاز فوضى تملأ الفضاء كله . ولما كانت جاذبية كل قطعة صغيرة من الغاز تؤثر فى جميع القطع الأخرى فإن تيارات تنشأ بالتدريج . وأيما أحدثت هذه التيارات تجمعا طفيفا من الغاز ازدادت قوة الجاذبية عنده، فأخذ كل من هذه التجمعات الصغيرة يجذب نحوه مقدارا آخر من الغاز . إن الطبيعة تنصرف طبقا لقانون "من كان يملك شيئا أعطى زيادة"، فالقطع النابجة من الغاز تنمو إلى تكاثفات ضخمة تزداد باستمرار على حساب القطع الخائبة حتى تبتلعها فى النهاية . وكما اتخذت الأرض والشمس والسيارات أشكالا منتظمة تحت تأثير الجاذبية فإن هذه التكاثفات تبدأ الآن تتخذ أشكالا منتظمة فتكون ما قد سميناه سدائم

منتظمة الشكل ، وتأتى التيارات الغازية التى بدأت وجود هذه السدائم فتحملها الآن على الدوران فلا تكون كرية الشكل تماما بل يكون شكلها فى مبدأ الأمر كالبرقالة مثل أرضنا الدوارة ، وكلما ضمرت تغيرت أشكالها باستمرار وازداد تفرطحها ازديادا مطردا . ثم نعود فنرى الغاز الذى عند حوافها الخارجية يتكاثف كتلا متميزة ، فاذا بالنجوم تولد ، وإذا بالسدائم التى لاشكل لها تتحول إلى مدائن نجمية تكون عند ولادتها مفرطحة ، وتظل مفرطحة بسبب دورانها .

والآن ونحن نرقب هذه الرواية العظيمة تمثل نفسها قد نلاحظ نجما خاصا هو شمسنا تقع له الحادثة غير العادية التى سبق أن وصفناها : يقترب منه نجم آخر اقترابا لم يسبق لأى نجم آخر قط أن اقتربه ، فينشئ فيه مدودا أعلى من أى مدأ شئ فيه من قبل — مدودا بحبال عظيمة من غاز نارى تسير فوق سطح الشمس . وأخيرا يزداد اقتراب النجم الثانى من الشمس بحيث لو كان شخص واقفا على سطحها لبدأ له ذلك النجم مالتا جزءا كبيرا من السماء ، وفيما هو يقترب هكذا تصير قوة جاذبيته من العظم بحيث تُتزعق قمة الموجة المذبة من الشمس وتكاثف ذاتها قطرات . هذه القطرات هى السيارات . والأرض واحد من أصغرها وهى فى أول الأمر تكون كتلة فوضى من غاز نارى لكنها تأخذ تبرد فيستحيل وسطها إلى سائل ، ثم تصير بمرور الزمن إلى درجة من البرودة تتكون معها قشرة صلبة على سطحها ، ثم بعد ذلك إذا ما ازدادت برودتها يبدو على هذه القشرة الصلبة ظاهرة جديدة عجيبه : تأخذ طوائف



من الذرات تتحد فتكون هيئات منظمة متماسكة من النوع الذي لم نعرف شيئا عن طبيعته ولا عن الطريق التي ظهر بها أول مرة في الوجود سميناه بالحياة . ومهما تكن هذه الحياة فانها تبدى مقدرة غريبة على تكرار نفسها ، وفيما هي تفعل ذلك نجدها تكون على الدوام هيئات تزداد ثم تزداد في التعقيد على مر الزمن . وفي النهاية نرى أنفسنا واقفين عند أبعد نقطة بلغوها الزمن في إمالة اللثام عن نفسه ، ممثلين أعقد الكائنات الحية التي تولدت للآن على سطح الأرض . ولسنا ندرى قط ما إذا كان على سيارات الشمس الأخرى حياة أكثر تعقيدا من حياتنا أو فقط حياة أقل من حياتنا تعقيدا أو لعله ليس هناك حياة مطلقا . لكنا ونحن نرسل البصر إلى الورا فيما لا عداد له من منعطفات ممر الزمن العظيم ندرك أن جنسنا لا شك أحدث قادم إلى هذا الكون ، وأن ماضينا القصير ما هو إلا هباءة من الزمن في تاريخ الكون . على أن ذلك المنظر العظيم المتراعى لا يزال ينسط من نفسه ، وإذا استدبرنا ما تكشف منه بالفعل أقبلنا على مستقبل ممتد إلى ما هو أطول من ماضينا آلافا بل ربما ملايين من المرات — مستقبل أطول من كل ما نستطيع عقولنا أن نتصوره . عندئذ ندرك أنه من الراجح جدًا أن نكون الآن عند مبدأ حياة جنسنا ، وأنتا لا تزال عند فجر يوم لا يكاد يتصور طوله أحد .

## الفصل الثامن

### الكون العظيم

لم يكن علم الفلك منذ قرن يهتم إلا قليلا بما وراء الشمس والقمر والسيارات — تلك المستعمرة الصغيرة التي سمينها أسرة الشمس . أما اليوم فالذى يشغله قبل كل شيء أن يدرس بالتفصيل النجوم المختلفة الأخرى والمستعمرات النجمية مثل النجوم الثلاثة التي تكوّن مجموعة ألف قنطورس ، أقرب جيراننا في الفضاء . وجماع أمثال كل تلك النجوم والمستعمرات تكوّن المجموعة المجرية ، ذلك الركام العظيم من النجوم الذى حافته المجرة . وقد اكتشف علم الفلك فى الوقت نفسه أنه حتى هذه المجموعة الهائلة ليست إلا واحدة من عدد عظيم من مجموعات تشبهها الى حد ما . وربما أمكن تلخيص الموقف الحالى فى العبارات الثلاث الآتية :

- (١) الأرض ليست إلا فردا من أفراد الأسرة الشمسية .
- (٢) الأسرة الشمسية ليست إلا فردا من أفراد المجموعة المجرية .
- (٣) المجموعة المجرية ليست إلا فردا من أفراد مجموعة المدين النجمية التى فى الفضاء .

هذا أبعد ما وصل إليه علم الفلك للآن ، لكن يحق لنا أن نعجب

ما ذا سيكون الموقف بعد الآن بألف سنة مثلا ؟ هل ستكون القضايا الثلاث المذكورة آنفا لا تزال كافية أو ستكون قد أكلت بقضايا أخرى من الضرب نفسه ؟ وبعبارة أخرى، هل سنجد أن كل مجموعة المدن النجمية ليست إلا وحدة من وحدات جمع أعظم ، وأن هذا الجمع ياترى ليس إلا وحدة من وحدات شيء أعظم حتى من هذا ؟

هذا السؤال قديم ، ففي سنة ١٧٥٥ كتب كانت في كتابه " نظرية السموات " :

إذا كانت عظمة عالم السيارات ، الذى لا يكاد الانسان يحس فيه بالأرض إلا كما يحس حبة من الرمل ، تملأ الأفهام بحبا ، فإذا تكون دهشتنا عند ما نبرر الحشد اللانهائى من العوالم والمجموعات التى تملأ امتداد المجرة ؟ ثم تأمل الى أى حد تزداد هذه الدهشة عند ما ندرك الحقيقة وهى أن كل هذه الطبقات المسألة من العوالم النجمية ليست هى الأخرى الا واحدا من عدد لا نعرف آخره . لعله كسابقه مجموعة فوق ما يتصور العقل فى الاتساع — وليست مع ذلك إلا فردا من أفراد طائفة جديدة ! فنحن الآن إنما نرى الأفراد الأولى من سلسلة من العوالم والمجموعات المطردة الاتصال ، والجزة الأول من هذه المتوالية اللانهائية يعيننا بالفعل على إدراك ما ذا يجب أن نحسده عن المجموع . إنه ليس هنا آخر يعرف وإنما هى هاوية عظيمة يرتد عنها الادراك قليلا حسيرا .

لقد كان هذا حدسا يروع ويبهول لكن العلم الحديث لا يؤيده فإن العلم يثبتنا بدلا من ذلك بأن مجموعة المدن النجمية تكون الكون بأسره وأنه إذا كان وراء ذلك شيء فلا يمكن أن يكون سوى أكوان أخرى كاملة لتفاعل بينها وبين كوننا . وإذن فالقضايا الثلاث المذكورة فى صفحة ١٤٤ تامة لا تقبل المزيد .

## نموذج للكون

قد شبهنا السدائم الكبرى التي في الفضاء بمدن نجمية، واتخذنا لندن مثلاً لمدينتنا نحن النجمية : وهى مجموعة النجوم التي تبدو فيها شمسنا فرداً من الأفراد العاديين، والتي تتكوّن المجرة من أفرادها الأبعدين. ثم رأينا أنه قد يمكن بعد ذلك تمثيل أقرب مدينتين نجميتين في الفضاء بكبرديج وأكسفورد . كل بوصة في لندن أو كبرديج أو أكسفورد تمثل نحو  $\frac{1}{4}$  مليون مليون ميل في المدن النجمية المناظرة لها ، وهى المسافة التي يقطعها الضوء فى ثلاثة أشهر . وكل بوصة من العراء الذى بين لندن وكبرديج أو أكسفورد تمثل نفس تلك المسافة فى الفضاء الفلكى .

وقد كنا بأجراء هذه المقارنات نبني فى الواقع نموذجاً ما لمجموعة نجومنا نحن ولأقرب جيرانها إليها فى الفضاء طبقاً لمقياس لا بد أن يكون صغيراً جداً ، مقياس يخترل المسار السنوى للأرض حول الشمس إلى أثاره لا ترى إلا بالمجهر قطرها جزء من ثمانية آلاف جزء من البوصة ، وتصير به المجموعة الشمسية بأسرها حتى فلك بلوتو إلى مثل حبة الرمل ليس إلا ، وتقع كل النجوم التي نستطيع رؤيتها بأعيننا المحزودة داخل منطقة تمتد إلى ياردات قليلة من هذه الحبة الرملية ، بل يقع أغلبها فى الواقع على قاب أقدام قليلة من هذه الحبة ، فمجموعة ألف قنطورس تبعد عنها بأقل من ١٨ بوصة والشعرى اليمانية بأقل من ياردة . فلنمض فى تميم بناء نموذجنا على هذا القياس .

إن أكبر مرقب على الأرض يكشف لنا عن نحو مليونين من السدائم المنتظمة الشكل وإذن يجب أن نضع في نموذجنا نحو مليونين من المدن النجمية . ولقد تكلمنا الآن عن ثلاث من هذه المدن تمثلها لندن وكبرديج وأكسفورد تمثيلا حسنا إلا أن بعضها أقرب الى بعض من أن تمثل المدن النجمية العادية في الفضاء ، فهذه في معظم الأحوال لا يكون بعضها قريبا من بعض إلى الحد الذي جمعت المقادير به بينا وبين أقرب جيراننا إلينا ، فنحن نسكن من الفضاء منطقة يغلب عليها الازدحام بالسكان . وإلا ففي المتوسط يستغرق الضوء أو الرسالة اللاسلكية ما يقرب من مليوني سنة للسفر من مدينة نجمية إلى أقرب مدينة إلينا في الفضاء ، وإذا تأملنا في أن إبراق إشارة من إحدى المدن النجمية إلى التي تليها وتلقى جواب الإشارة يحتاج من الزمن إلى مثل عمر الإنسان ستين ألف مرة أدركنا أى كائنات قصيرة العمر نحن في هذا الكون .

والسدائم المبينة في لوحة ٤٣ على بعد ٥٠ مليون سنة ضوئية فيجب أن نوضع في نموذجنا على بعد نحو ٣١٠٠ ميل من لندن وإذن تمثلها طائفة من المدن والبلاد في إحدى بقاع الولايات المتحدة الشرقية بأمريكا .

وأقصى السدائم التي نراها في الفضاء يبلغ بعدها نحو ١٤٠ مليون سنة ضوئية أى يستغرق ضوءها ١٤٠ مليون سنة في الوصول إلينا ، وإذا قد مثلنا بلندن لمدينتنا النجمية وكبرديج لأقرب جيراننا إلينا فإن المكان الذي نمثل به أقصى المدن النجمية يجب أن يكون على بعد نحو ٨٥٠٠ ميل من لندن .

فالى أين يبلغ بنا هذا ؟ إن سياحة على سطح الأرض مقدارها ٨٥٠٠ ميل من لندن قد تصل بنا الى رأس هورن أو غرب أستراليا أو واسط بولينيزيا أو القارة المتجمدة الجنوبية — فنحن نستطيع أن نضع أقصى المدن النجمية فى أى واحد من هذه الأماكن وتكون أبعادها عن لندن قريبة من الحقيقة على حسب المقياس الذى بنى نموذجنا طبقا له . والآن تكون هذه السدائم والسدائم الأقل منها بعدا قد غطت جميع سطح الأرض تقريبا فلا يبقى منه غير مشغول سوى منطقة صغيرة فى الجهة المقابلة — وهى بالدقة داخل دائرة فى المحيط الهادى الجنوبى نصف قطرها أقل من ٤٠٠٠ ميل . وإذا كنا بانين نموذجنا ونحن على سطح الأرض لا يتبقى لدينا متبقي يذكّر لتمثيل ماهو أبعد مما ذكرنا من أجزاء الفضاء .

ومع كل فيجب أن نتذكر أن الفلكيين الأمريكين مشغولون بتصميم مرقب جديد تكفى قوته لسبر ضعف الفضاء الذى يمكن سبر غوره الآن بأقوى مرقب موجود ، فلهم بحق أن يرجوا الكشف عن سدائم تبعد عنا ضعف ما تبعد السدائم التى كنا نتحدث عنها . فإذا كنا مدخلين هذه المدن النجمية الجديدة فى نموذجنا ، فلا بد لنا من أن نضعها على بعد ١٧٠٠٠ ميل من لندن .

ولن نستطيع أن نفعل ذلك ما دما على سطح الأرض . إن من السهل علينا أن نقوم على سطح الأرض بسياحة طولها ١٧٠٠٠ ميل ، إلا أن ذلك لن يبعدنا عن لندن بمقدار ١٧٠٠٠ ميل ، فإن سياحة كهذه تعود بنا فى الواقع

إلى قريب من لندن إذ نكون عندئذ قد قطعنا ثلاثة أرباع محيط الأرض . وهذا قد يجعلك تظن أننا قد أسأنا في اختيار سطح الأرض بنى منه نموذجاً للفضاء إذ كان ينبغي أن نختار لهذا الغرض شيئاً نستطيع أن نسير عليه إلى أى بعد نشأؤه — إلى الأبد إن اقتضت الحال .

ولم يقتصر الأمر على أن الفيلسوف كانت ظن هذا عام ١٧٥٥ كما تشهد القطعة التي روينها فيما سبق ، بل كان معظم العلماء يقولون بهذا حتى منذ عشرين سنة على أننا اليوم نرى أن سطح الأرض يصلح لأن يكون نموذجاً حسناً جداً للفضاء من وجه واحد على الأقل .

وموضع الحسن فيه أنه لا يمتد إلى ما لا نهاية : أنه محدود المقدار فلا يتسع لمدن نجموية لا آخر لها ممتدة إلى أعماق من الفضاء لا نهاية لها .

### الكون المحدود

قد رأينا أن الفلكيين كانوا إلى عهد قريب لا يهتمون إلا قليلاً جداً بأى شيء بعد الشمس والقمر والسيارات والنجوم القليلة الأقرب إلينا . ولم يكن هؤلاء الفلكيين الخيرة في ذلك فان مراقبتهم الضعيفة لم تكن كافية للتوغل في ارتياد الفضاء ، فقد كانوا مضطرين إلى الاقتصار على المناطق القريبة سواء أرادوا أم لم يريدوا . وكان مثلهم في ذلك مثل البحارة اليونانيين الذين ارتادوا منذ ثلاثة آلاف سنة بعض جزائر صغيرة في بحر الأرخبيل كانت بالنسبة لهم هي الدنيا بأسرها إذ لم تكن لديهم وسائل للملاحة تحملهم إلى أبعد من هذا . وما كانوا يعبأون أمتد المحيط الذى حولهم إلى مئات أم إلى آلاف أم إلى

ملايين من الأميال لأنهم ما كانوا ليأملوا بأية حال من الأحوال أن يصلوا الى مناطق البعيدة .

ثم تعلم الناس كيف يزيدون في قدر السفن وفي قوتها وكذلك في مهارتهم في الملاحة ، وزاد ذلك في طول أسفارهم فوق البحار شيئا فشيئا حتى أمكن في تلك العصور الزاهرة ، أيام مجلان ودريك ، المسير بالسفن حول الدنيا بأسرها لتعود الى حيث بدأت ، وعندها أصبحت الدنيا جميعها مفتوحة للاستكشاف . وفوق هذا فقد كان قدر الأرض قد علم عندئذ ، وكان البرهان قد قام على أن سطحها لا يمتد الى مسافة لانهائية ، وأن ما كان منها ينتظر الارتياح والمسح ذو قدر محدود ، وأصبح للناس أن يأملوا أن يحيطوا علما بسطح الأرض جميعه قبل أن يمضي زمن طويل . وها نحن أولاء اليوم ولما يمض إلا أربعة قرون منذئذ نستطيع أن نقول بحق إن سطح الأرض أصبح معروفا كله تقريبا . إن علم الفلك اليوم مشرف على موقف كالذي كانت فيه الجغرافية منذ أربعة قرون .

فالفلكيون الأقدمون لم يشغلوا بالهم أكثر مما ينبغي بما عسى أن يكون شأن الفضاء : أمتد هو امتدادا لانهايا أم لا . ذلك لأنهم كانوا يعلمون أن امتداداته القاصية كانت على أية حال أبعد من متناولهم كما كانت الناحية الأخرى من الأرض أبعد من متناول البحارة اليونانيين الأولين في بحر الأرخيبيل . لكن الفلكي الحديث يعتبر العالم فضاء مقفلا محدودا — محدودا كسطح الأرض . واذا لم يكن الفلكي قد عرف الكون



كله بعد فان لديه من الأسباب القوية ما يجعله يؤمل أن يصل الى ذلك قبل أن يمضى زمن طويل . فنحن أهل اليوم لم نعد نفكر فى أعماق عظيمة من الفضاء غير معروفة ولا مسبورة ، ممتدة بعيدا عنا فى جميع الاتجاهات من غير انقطاع ، بل قد بدأنا نتصور الكون كما تصور الأرض كلومبس ومن بعده مجلان ودريك . بدأنا نتصوره شيئا بالغ الكبر لكنه مع ذلك ليس لانهاى الكبر، شيئا نستطيع تعيين حدوده ، شيئا يمكن تصوره ودراسته ككل واحد تام، شيئا قابلا لأن تدور حوله بتمامه إن شئت .

وهذا يفسر صلاحية سطح الأرض ولو من وجهة واحدة لأن يكون نموذجا جيدا للفضاء . إننا اذا سرنا على استقامة واحدة فوق سطح الأرض زمنا ذا طول كاف فانا نعود ثانية الى النقطة التى بدأنا منها وعندئذ نكون قد سحنا حول الدنيا . كذلك يعتقد العلماء الآن أنه لو كان فى استطاعتنا أن نسير على استقامة واحدة عبر الفضاء زمنا كافيا لعدنا كذلك الى النقطة التى بدأنا منها، ونكون عندئذ قد سحنا حول الكون .

والأسباب التى تحملنا على هذا الاعتقاد ليست أسبابا فلكية بطبيعتها . وما كان الذى اكتشف أن الفضاء يجب أن يثنى على نفسه، كما يفعل سطح الأرض، فلكيا بل هو أينشتين الرياضى الطبيعى . فاذا كانت نظريته فى النسبية صحيحة كان من المستحيل أن يمتد الفضاء الى ما لا نهاية وكان من المحتم أن يثنى على نفسه كما يثنى سطح الأرض .

والآن ستسألنى عما اذا كانت نظرية النسبية هذه صحيحة . وليس

في وسعي أن أجيبك بالتحقيق ، وكل ما أستطيع أن أقوله هو أنه ما من تجربة أجريت للآن بقصد اختبار نظرية النسبية إلا كانت نتيجتها في صالح النظرية . لهذا لا يتردد علماء اليوم في قبول كل من النظرية ونتائجها ، ومن أهم تلك النتائج أن الفضاء لا يمتد الى ما لا نهاية وإنما ينتهي على نفسه وفي النهاية ينقفل كما هو شأن سطح الأرض .

ومن نتائج انثناء سطح الأرض على نفسه حتى ينقفل أن هناك طريقين للسفر من لندن الى زيلندا الجديدة ، فإلى سائح أنت يذهب شرقا عن طريق السويس والمحيط الهندي أو يذهب غربا عن طريق أمريكا والمحيط الهادى . وفي كل صيف يقد على لندن عدد كبير من سكان زيلاندا الجديدة بعضهم جاء من طريق والبعض جاء من الطريق الآخر ، بحيث أنهم عند ما يلتقون في لندن يكون وصول بعضهم في الشرق ووصول البعض الآخر في الجهة المضادة له بالضبط وهي الغرب . كذلك لو كان الفضاء كسطح الأرض لوجب أن يكون هناك طريقان من إحدى نهايتي الكون الى الأخرى . وإذا كنا لا نزال نعتبر لندن ممثلة لمدينتنا النجومية فإن المدينة النجومية التي في منطقة من الفضاء تناظر زيلاندا الجديدة تبعث ضوءا في جميع الاتجاهات ، وبعض هذا الضوء يسقط على الأرض وبه نرى ذلك السديم . لكن المدينة النجومية سترسل أيضا ضوءا في الاتجاه المضاد لهذا بالضبط ، وبعض هذا الضوء وهو قادم من الناحية الأخرى من الفضاء سيسقط أيضا على الأرض ، ولذا ينبغي أن نرى المدينة النجومية بهذا الضوء أيضا . فالضوء من المدينة النجومية

الواحدة سيصل إلينا عن طريقين متضادين تماما، كما يصل سكان زيلندا الجديدة الى لندن . ونتيجة هذا أننا سنستطيع أن نرى المدينة النجومية نفسها بأن ننظر في اتجاهين متضادين تماما في الفضاء .

ولنأخذ مثلا محددًا وليكن المدينة النجومية الأقرب إلينا في الفضاء وهي السديم م ٣٣ في كوكبة المثلث . إذا كان في استطاعة الضوء أن يسير حول الفضاء كله فإن بعض الضوء المنبعث من هذا السديم ينبغي أن يصل إلينا من الاتجاه المضاد تماما لاتجاه كوكبة المثلث ، بحيث أننا إذا نظرنا في هذا الاتجاه المضاد وجب أن نبصر السديم م ٣٣ وإن كان سيبدو بالطبع مجزؤ مجزؤ جرم صغير ضعيف الضوء جدا لأن الضوء الذي به نراه يكون قبل أن يصل إلينا قد سار حول الفضاء كله تقريبا . كذلك إذا نظرنا في الاتجاه المضاد تماما لاتجاه كوكبة المرأة المسلسلة وجب أن نرى أقرب جار لنا في الفضاء بعد الأول وهو السديم الأعظم في كوكبة المرأة المسلسلة نراه أيضا جرما صغيرا ضعيف الضوء جدا .

والآن عند ما ندير مراقبتنا في الاتجاهين المضادين تماما للاتجاهين اللذين يقع فيهما أقرب جارين لنا، نرى حقيقة سديمين صغيرين ضئيلين جدا ، وقد ظن بعضهم أننا عند ما ننظر الى هذين السديمين نكون في الحقيقة إنما ننظر الى أقرب جارين لنا من أطول الطريقين حول الفضاء، وذلك بالضبط كما قد يسمع المنصت الى اللاسلكي في لندن أصوات دافترى ضعيفة خافتة آتية عن الطريق الطويل حول الأرض ، ويكون البرنامج المسموع قد قطع

عندئذ ما يربو على ٢٤٠٠٠ ميل حول الأرض قبل الوصول الى مستقبله الهوائى .  
هذا ظن فيه كثير من الطرافة لكننى أخشى أن يكون من بُعد الاحتمال بحيث  
لا يمكن الأخذ به قط . إن الشواهد كلها تدل على أن الفضاء أكبر بكثير من  
أن تحيط به مراقبنا الحالية إبصارا ، كما أن الأرض أكبر بكثير من أن  
تستطيع المستقبلات اللاسلكية العادية أن تلتقط البرامج التى دارت حول  
الأرض دورة كاملة .

ومن المهم أن نفهم أن محدودية الفضاء هى كمحدودية سطح الأرض  
لا كمحدودية الأرض الجامدة . إن الأرض الجامدة محدودة أيضا لكن على  
وجه يغير الأول تماما . إننا اذا ما سافرنا فى خط مستقيم محترقين الأرض الجامدة  
وصلنا بمرور الزمن الى شئ ليس بالأرض الجامدة لئذ نكون قد حفرنا نفقا  
فى الأرض نفذنا منه الى الهواء الطلق مرة أخرى . لكنا من الناحية الأخرى  
اذا سافرنا فى خط مستقيم فوق سطح الأرض فلن نصل أبدا الى ما ليس  
بسطح الأرض . والفضاء شبيه بهذا ، فليس من الممكن قط أن ننقل من  
الفضاء الى شئ ليس بفضاء .

وقد نصور المسألة تصويرا أوضح اذا شبهنا الفضاء بغشاء فقاعة صابونية  
كرية . عندئذ يجب أن نشبه أنفسنا وكل الأجسام المادية الموجودة فى الفضاء  
وجميع الضوء الساج فيه بنوع من الكائنات التى لا يمكن أن توجد إلا فى الغشاء  
الصابونى ولا يخطر ببالها قط أن تخطو جانبا خارج الغشاء . ونظرية النسبية  
لأينشتاين تبين أن الفضاء محدود بنفس معنى محدودية غشاء فقاعة الصابون

## الكون المتمدد

وفي السنوات الأخيرة حدث تقدم آخر من طراز يسترعى ويهبر . إن كل طفل يعرف أن من السهل نفخ فقاعة من الصابون ، لكن المحافظة عليها زمنا أكبر من دقيقة أو دقيقتين أقل سهولة من هذا بكثير لأن الفقاعة تكون بعد هذه الفترة عرضة لأن تنفجر بفاة وتختفى . وقد اكتشف حديثا جدا أن الكون شبيه بهذا ، فقد بين رياضى بلجيكي يدعى ليمتر أن الكون كما يصوره أينشتين له خواص نكواص فقاعة الصابون فهو غير ثابت الاتزان وإن بمعنى آخر غير معنى عدم ثبات فقاعة الصابون . إن مظهر عدم ثبات اتزان الكون هو أنه غير قابل لأن يقف ساكنا ، إذ الكون يجتد نحو وجه الى حيز الوجود يأخذ حجمه فى الازدياد ولا مناص له من أن يستمر فى التمدد الى غير حد ، فهو لا يشبه فقاعة الصابون التى نفخناها وفصلناها عن الغليون بقدر ما يشبه الفقاعة التى لا تزال تنفخ فيها ولما تفارق الغليون ، فحجمه يزداد على الدوام ولا مناص من أن يظل يزداد حتى آخر الزمن . وكأن فقاعة الصابون كلما ازدادت حجما رقت شيئا فشيئا باستمرار وظلت أجزاؤها المختلفة يتباعد بعضها عن بعض ، كذلك كلما زاد حجم الكون ازداد بعد ما بين الأجرام المختلفة فى الفضاء وتحركت السدائم ، تلك المدن النجومية العظيمة الواقعة فى الغشاء الصابونى ، فظل تباعد بعضها عن بعض فى ازدياد . إن أغلبها حتى فى الوقت الحاضر هو من البعد عنا بحيث نحتاج فى رؤيته الى مرقب قوى حقا ، وعلى مر الزمن سيأتى وقت

يكون بعدها عنا أكبر حتى من بعدها الآن ، فنحتاج في رؤيتها الى مراقب أقوى حتى من المراقب الحالية .

وفي الحق إن علينا أن نقدر حالة أسوأ حتى من هذه فإن العالم الذى يتمدد لا يزداد حجمه باستمرار فحسب بل تزداد سرعة تمدده على الدوام ، وإذن فلا بد أن يأتى عليه وقت يتمدد فيه بسرعة هى من العظم بحيث لا يمكن شعاعا من الضوء قط أن يتم الدورة حول العالم أبداً ، فإن الضوء حين يكون قد قطع مليون ميل يكون محبط الكون قد تمدد بقدر مليون ميل ، وبذا يكون ما على الضوء أن يقطعه بعد أطول مما كان عليه أن يقطعه من قبل ، وعندئذ تكون محاولة اكتشاف الكون بالإبصار كمحاولة اللحاق بقطار قد صارت سرعته أكبر من السرعة التى نستطيع أن نجرى بها . قلت إن مثل هذا الوقت لا بدأت ، وينبغى أن أضيف أنه اذا كان لنا أن نتق بحسابات الرياضيين فهذا الوقت قد حل بالفعل ، أى أننا قد ولجنا الكون بعد أن ولى زمن اكتشافه بالإبصار .

إن للفلكيين وسائل لقياس الانطلاقات التى بها تتحرك الأجرام الفلكية مبتعدةً عنا أو مقتربة منا ، وإذن ينبغى أن يستطيعوا أن يثبتونا ما اذا كانت السدائم البعيدة تتحرك حقاً مبتعدة عنا كما يؤكد لنا الرياضيون أنها لا ريب تفعل .

### جـ فـول السـدائم

أما نتائج قياس انطلاقات السدائم فشىء يسترعى حقاً ويهرو . إنها تبين أن السدائم كلها تقريباً تجفل منا بسرعه بالغه فان الهرب بسرعه ألف ميل

في الثانية يعد بطيئا حقا اذا ما قيس بسرعة هروب السدائم، فعظم السدائم تباعد عنا بسرعه أكبر بكثير من تلك السرعة على ما يظهر، وقد وجد في مرصد مونت ولسن أن آخر سدیم خصوه يتباعد عنا بمعدل ٢٦ مليون ميل في الساعة أى قدر انطلاق الطيارة السريعة ٢٠٠٠٠٠ مرة تقريبا .

ومع ذلك فان بلوغ هذه السرعة الظاهرية هذا الحد من العظم يشكك كثيرا من الفلكيين في كونها حقيقة واقعة، إذ لو كانت كذلك لكان الكون كله يتمدد بل نكاد نقول ينفجر بسرعة مروعة حقا اذا قدرنا الزمن بالقياس الفلكي، ولوجب أن يكون الكون كله أقصر أجلا بكثير مما يظن عادة، والأدلة الفلكية العامة تشير الى عكس هذا تماما .

إننا نستطيع أن نحكم على أعمار النجوم بطرق مختلفة — بأوزانها ومظاهرها وحركاتها وهكذا — كما نحكم على عمر الحصان من أسنانه ومظهره وعمله . والأدلة كلها، بحسب ما نستطيع أن نرى في الوقت الحاضر، تدل على أن عمر النجوم ملايين الملايين من السنين . فاذا كانت تقديراتنا أعمار النجوم صائبة فلا يمكن أن يكون الكون متمددا حقا بذلك المعدل البالغ الذى تشير اليه فيما يبدو حركات السدائم في الظاهر، فانه لا يتأتى أن يكون الامتداد ظل سائرا بهذا المعدل أو شبهه أكثر من آلاف قليلة من ملايين السنين على أكثر تقدير وإلا لوجب أن يبدأ الكون من العدم أو من أقل من العدم .

لا أظننا بحاجة لأن نساء الظن بالمقاسات نفسها التى منها استنتجت

تلك الانطلاقات الكبيرة للسدائم فان مثل تلك المقاسات سهل عمله ومن المؤكد أنها صحيحة الى حد معقول ، وانما الذى يصح التشكك فيه هو القاعدة المنطوية تحت تلك المقاسات . فهناك أشياء كثيرة جداً يمكن أن تبدو فى الظاهر كأنها آثار نتجت عن تباعد عظيم السرعة ، ومن المحتمل أن يكون أحد هذه الأشياء هو الذى يرجع اليه ظهور السرعة بتلك الصورة التى تسترعى وتبهى .

ومع ذلك فلو كانت المقاسات خطأ محضاً وكانت كل تفسيراتنا لها خطأ أيضاً — بل لو قام الدليل على أن الانطلاقات المفروضة كانت كلها كاذبة — لكان من المعقول مع هذا فيما يظهر أن العالم فى تمدد . وتدل البحوث الرياضية التى قام بها لابر على أن العالم لا يستطيع أن يقف ساكناً بأية حال من الأحوال ، والأمر الوحيد الذى هو موضع التساؤل هو هل يحدث تمدد الكون بذلك المعدل الذى تبدو أرصاد السدائم أقول وهلة كأنما تشير اليه أو هو يحدث بمعدل أصغر من هذا ؟ هذا سؤال فى لا تزال ننتظر الجواب عنه ، ولا نشك فى أن العلم سيكتشف الحقيقة قبل مضي زمن طويل . أما أنه لم يكتشفها الآن فلعله غير مستغرب إذ أنه لم يشرع ينظر فى الكون جملة إلا منذ سنوات .

### قدر الكون

لو أن الكون لم يخرج الى حيز الوجود إلا حديثاً ولم يكن للآن قد بدأ يتدد الى أية درجة محسوسة إذن لما توقف تكوره إلا على توزع المادة



فيه ، ومن هذا نستطيع أن نحسب أن سياحة الضوء حول العالم كانت تستغرق نحو ٥٠٠,٠٠٠ مليون سنة .

ومن الناحية الأخرى إذا كانت الانطلاقات الظاهرية التي تتباعد بها السدائم تعبر عن تمدد واقعي للكون لا عن غيره إذن يكون الكون الأصلي قبل بدء التمدد أصغر حتما من هذا الكون بكثير، أصغر منه الى حدّ يستطيع معه الضوء أن يطوف حوله في نحو ٨٠٠٠ مليون سنة . والكون الحالي، أى الكون المتمدّد ، يجب بالطبع أن يكون أكبر من هذا . لكننا لا نكاد نستطيع أن نقول أكبر كم مرة، فإن كل مانعرفه هو أن محيطه لا بد أن يكون أقل من ٥٠٠,٠٠٠ مليون سنة ضوئية أى أقل من المقدار الذي كان يبلغه لو لم يتمدّد الكون بأسره .

ومهما يكن ماستثبته الأيام من تغير صحيح للحركات الظاهرية للسدائم فإن الراجح أن يقع محيط الكون بين ٨٠٠٠ مليون و ٥٠٠٠٠٠ مليون سنة ضوئية، وهذا مدى واسع . ومع كل فإن الرقم الحقيقي لا يهمنا من وجهٍ إلا قليلا إذ حتى أصغر الأرقام المحتملة واقع وراء أقصى حدود تصورتنا . ومهما يكن قدره . فإن أبعد مسافة في الفضاء أمكن مراقبتها أن تتفد إليها الآن وهى ١٤٠ مليون سنة ضوئية ليست إلا كسرا صغيرا جدا من الطريق حول الكون كله .

### مادة الكون

وفي حدود تلك المسافة البالغة ١٤٠ مليون سنة ضوئية يمكن رؤية نحو مليوني سديم كل منها يحتوى من المادة تقريبا قدر ما تحويه ٢٠٠٠ مليون

شمس . ولذا كان مجموع المادة الموجودة في حدود مدى مراقبتنا يساوى بوجه التقريب مادة ٤٠٠٠ مليون مليون شمس . هذا المقدار يصح وصفه بأنه مجموع ما يمكن أن نراه بمراقبتنا من مادة، ويجب أن يزيد المجموع الكلى للمادة الموجودة في الكون على هذا .

وقد حسب السير أرثر إدينجتون أنه اذا كانت السدائم تباعد عنا بالفعل بالسرعة التى يبدو أنها تباعد بها إذن يتحتم أن يكون المجموع الكلى لمقدار المادة الموجودة في الكون بأسره قدر ما في ١١٠٠٠ مليون مليون مليون شمس — أى قدر ما نرى بمراقبتنا ثلاثة ملايين مرة تقريبا . واذا كانت الأجزاء التى لا نستطيع رؤيتها من الكون شبيهة فى صميمها بما نستطيع أن نراه منه فغن يكون لهذا أى معنى سوى أن الكون كله لا بد أن يكون قدر ما نراه منه نحو ثلاثة ملايين مرة، ويكون محيط الكون فى هذه الحالة نحو ١٠٠٠٠٠ مليون سنة ضوئية — فلو وقف تمدده فجأة لأمكن الضوء أن يطوف حوله تماما فى ١٠٠٠٠٠ مليون سنة ضوئية . لكن هذا التقدير مشكوك فيه للغاية على أية حال واذا تبين أن جزءا من الانطلاقات الظاهرية التى تباعد بها السدائم كاذبا ، فلا تباعد السدائم فى الواقع إلا بأبطأ مما يظهر، وإذن يكون المجموع الكلى للمادة الكون أكبر حتما مما فرضنا ويكون قدر الكون أكبر بما يناسب ذلك .

واذا جاز لنا أن نحكم على الكون من أجزاء الفضاء التى فى متناول الرصد المرقبي كان جزء كبير من مادة الكون قد تكاثف بالفعل بنجوم، وبديهي أننا

لا نستطيع أن نعين المجموع الكلى للنجوم فى الكون بأية درجة من الدقة لكن نستطيع أن نشير الى عظم اتساعه بقولنا إنه يحتوى من النجوم على الراح قدر ما على شواطئ بحار الأرض من حبات رمل ، وإذا جئنا بتشبيه آخر قلنا إن المجموع الكلى للنجوم فى الكون مساو على الراح عدد قطرات المطر التى تسقط على مدينة لندن كلها فى يوم مطير . ويجب أن نتذكر أن النجم المتوسط أكبر من الأرض حوالى مليون مرة .

وكان يصح أن نظن أن الفضاء الذى يحوى مثل هذه الأعداد العظيمة من النجوم الضخمة يكون مزدحما لدرجة لا تطاق لكن الأمر على عكس ذلك تماما فان الفضاء أفرغ من أى شىء نستطيع تصوّره . لا تدع من النحل سوى ثلاث نخلات حية فى أوروبا بأسرها فعندئذ يكون هواء أوروبا لا يزال أكثر ازدحاما بالنحل من ازدحام الفضاء بالنجوم إن لم يكن فى جميع أجزاء الفضاء ففى أجزائه التى نعرفها حق المعرفة على أية حال .

### عمر العالم

لا نستطيع أن نقول شيئا موثوقا من صحته عن عمر العالم حتى نعلم الحق عن التباعدات الظاهرية للسدائم ، فإذا تبين أنها واقعية كان من الضرورى أن نجمع الحوادث الفلكية كلها بطريقة من الطرق فى ماض طوله بعض آلاف الملايين من السنين . أما الآن فالشواهد الفلكية العامة تبدو كلها كأنها تصبح احتجا على أن يكون الماضى قصير الى هذا الحد . إنه لا يكاد يكون من الممكن تعليل الترتيب الحالى للنجوم اذا كانت أعمارها بهذا القصر

لهذا أرى من الراجح جدا أن التباعدات الظاهرية للسدائم سيثبت أنها زائفة؛ وفي هذه الحالة يدل ترتيب النجوم على أن ماضيها يمتد إلى ملايين الملايين من السنين كما يمتد مستقبلها إلى نحو ذلك أو إلى ما هو أطول منه . أما الآن فالشواهد، على ما يظهر، مضطربة جدا بل متناقضة، ونحن بعيدون عن أن نستطيع الوصول إلى قرار حاسم .

ومهما يكن الرأي الذي يكتب له النصر فإن الكون إذا حكمنا عليه بمقاييسنا البشرية للزمن قديم جدا تتلاشى بجانبه أعمار الناس والأمم بل كل تاريخ البشر فقد كانت النجوم قريبة جدا مما عليه الآن قبل أن يظهر الإنسان على الأرض وستكون على الراجح قريبة جدا مما هي عليه الآن حين يغادر الأرض آخر إنسان . إن تاريخ الجنس البشرى كله ليس إلا طرفة عين إذا قيس بأعمار النجوم .

نحن الأفراد لا نرى العالم إلا كما يرى السائح أرضا في ضوء ومضة من البرق، فلقد كانت الأرض هناك قبل أن يكشف البرق عنها بكثير وستظل هناك مدة طويلة بعد أن يكتشفها الظلام مرة أخرى . فالومضة قصيرة لدرجة أننا لا نتمكن في خلالها تغيرا في منظر الأرض ، ومع ذلك فنحن نعلم أن هذا المنظر ليس خلوا من التغير فلو استطعنا أن نسلط عليه ضوءا أبدا في الزوال من وميض البرق لرأيناه صورة دائبة التغير، من نمو يعقبه انحلال . ونحن نعتقد كذلك أن الكون ليس بناء ثابتا بل أنه يحيا حياته ويمتاز الطريق من المهبط إلى المجد شأنه شأننا جميعا . فالعالم لا يعرف تغيرا سوى التغير بالكبر،

ولا تقدما سوى التقدم نحو القبر . إن أقصى ما وصلنا اليه الآن من العلم يضطرنا الى الاعتقاد بأن الكون المادى بأسره مثل مكبر لهذه القاعدة .

قد رأينا كيف أن النجوم في انحلال دائم الى شعاع ، انحلال لا يقل في شوته واستمراره عن انصهار جبل جمدى طاف في بحر دافئ . اننا لا نزال في شك من مدى هذا التحول لكننا لا نكاد نرى موضعا للشك في أن الشمس الآن أقل وزنا منها منذ شهر بملايين كثيرة من ملايين الأطنان . ولما كانت النجوم الأخرى تُحل بنفس النمط فالكون في مجموعه أقل في مادته مما كان عليه منذ شهر .

ولا يقتصر الأمر على أن مقدار المادة في الكون آخذ في التناقص بل إن الباقي منها فيه ينتشر ويتباعد بعضه عن بعض باستمرار . ولما كانت الشمس تفقد من وزنها على الدوام فان قوة قبض جاذبيتها على السيارات تضعف ضعفا يزداد أمد الدهر ، وإذن فالسيارات كلها ومنها الأرض تتحرك باستمرار مبتعدة عن الشمس في زهير الفضاء . كذلك كل نجوم المجموعة المجزية لغاية المجزة يمسك بعضها الى بعض ما بينها من قوى التجاذب وما دامت النجوم تحوّل أوزانها الى شعاع فان تلك القوى تضعف باطراد ضعفا لا ينقضى ، وينتج عن هذا أن المجموعة تتمدد باطراد تمددا لا ينقضى . فديتنا نحن النجومية تزداد على الدوام في الكبر في حين أن أضواء أفرادها تزداد ضعفا الى الأبد ، ويصدق هذا بالطبع على جميع المدن النجومية الأخرى في الفضاء . ثم هناك وراء ذلك كله التمدد العام للكون — ازدياد انتفاخ فقاعة

الصابون — ولذا فالمدن النجومية العظيمة نفسها تتحرك على الدوام بحيث يظل بعضها يتباعد عن بعض الى الأبد . والظاهر أن الكون المادى سائر بكيفية ما الى الانقضاء كما تنقضى حكاية تحكى ، آخذ فى الاندثار الى لاشئ كأنه حلم من الأحلام . والجنس البشرى الذى لمّا يمس على ظهور العقل فيه إلا دقة واحدة من دقائق ساعة الفلك لا يكاد يرجو أن يفهم عاجلا معنى ذلك كله . قد يأتى يوم نفهم ذلك فيه ، أما الآن فليس فى وسعنا إلا أن نعجب .

---

## الذيل الأول<sup>(١)</sup>

الخريطتان النجوميتان (الأولى والثانية)<sup>(٢)</sup> اللتان في آخر هذا الكتاب سيساعدان القارئ في تعرّف الكوكبات<sup>(٣)</sup> وفي تحديد مواضع النجوم والأجرام الفلكية الأخرى التي في السماء . لكن الحركات الظاهرية للنجوم يجب أن تفسر أولاً تفسيراً أوفى مما فسرت به للآن . إن الأرض على التحقيق لا تدور في الفضاء دورة كاملة في كل ٢٤ ساعة إلا على وجه التقريب . هناك ٢٤ ساعة بين اللحظة التي تكون فيها الشمس فوق الرأس في يوم واللحظة التي تكون فيها الشمس فوق الرأس في اليوم الذي يليه ، لكن الأرض في هذه الفترة تكون قد أتمت أكثر قليلاً من دورة كاملة . إن دورة كاملة ترجع بها إلى نفس الموقع الذي كانت فيه تحت النجوم ، لكن لما كانت الشمس نفسها طول الوقت في تقدّم عبر البروج<sup>(٤)</sup> كان لابد للأرض أن تزيد قليلاً

(١) باذن من وكلاء مطبعة جامعة كمبرج اقتبس ترتيب هذا الذيل وكثير من مادته من كتاب السير دوبرت بول « مبادئ الفلك » وقد أعيدت كتابة كل ما أخذ وعدّل طبقاً للآراء الحديثة .

(٢) أما الخريطة الثالثة العربية فلم تكن في الأصل الانجليزية وقد أعدت خصيصاً لهذا الكتاب (كما ورد في مقدمة المغرب) على نسق الخريطتين الانجليزيّتين مع بعض تعديلات مفيدة .

(٣) استخدمنا لفظة كوكبة ترجمة لكلمة (Constellation) إلا في حالة الكوكبات التي

تمر الشمس في وسطها فسميت بروجاً .

في دورتها حتى تصل إلى نفس الموقع الذي كانت فيه تحت الشمس (أنظر شكل ٢) .



( شكل ٢ )

والشمس تبدو كأنها تتحرك بحيث تم دورة كاملة في السماء مرة في السنة وإذن يكون المجموع الكلي لجميع تلك الزيادات القليلة في دورة الأرض يبلغ في سنة كاملة دورة واحدة بالضبط من دورات الأرض . وإذ أن السنة فيها  $\frac{1}{4}$  من الأيام كانت الأرض تم  $\frac{1}{4}$  دورة في  $\frac{1}{4}$  سنة ٣٦٥ يوما ومن هذا ينتج أن مدة الدورة الكاملة للأرض في الفضاء هي ٢٣ ساعة و٥٦ دقيقة و٤ ثواني . فالأرض تقضي في كل يوم هذا القدر من الزمن لإتمام دورة في الفضاء ثم تقضي ٣ دقائق و٥٦ ثانية في الحاق بالشمس في أثناء حركتها عبر السماء في ٢٤ ساعة .

### الوقت النجمي

إذا عدّلنا بندول ساعة كبيرة (من ذات ٢٤ ساعة) بحيث تقدّم ٣ دقائق و٥٦ ثانية في اليوم فعندئذ يرجع عقرباها من أى وضع لها إلى نفس الوضع



مرة في كل ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤ ثواني . ففي كل مرة تدق هذه الساعة دقة ما، كأن تدق الساعة الثانية أو أى وقت آخر، تكون الأرض واقعة في نفس الاتجاه في الفضاء وتكون النجوم التي فوق الرأس عند الدقيتين المتناظرتين هي بالضبط .

مثل هذه الساعات موجودة في كل مرصد . إن الساعة العادية تنبثنا في الواقع عن موقع الشمس في السماء لكن هذه الساعات تنبثنا عن مواقع النجوم في السماء، ولذا تعرف بساعات «الوقت النجمي» . وهي في تسييرها تضبط بحيث تكون الساعة فيها صفراً عند ما تكون النجوم في موضع خاص متفق عليه، وتدل من تلقاء نفسها بعد ذلك على ما يعرف بالوقت النجمي .

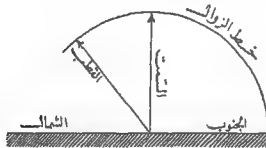
وليس في استطاعة كل انسان أن يقتنى ساعة نجمية لكن الجدول الذي في (صفحة ١٦٨) يعين الوقت النجمي المضبوط لأقرب ساعة ، وهذا يساعدنا عادة على تعيين مواقع النجوم في الفضاء بدقة كافية لتعرف أى نجم خاص .

قطب السماء يقع دائماً في الشمال فإذا وُصل منه خط في صفحة السماء إلى السميت (وهي النقطة التي فوق رؤوسنا مباشرة) ومد هذا الخط فلا بد له في النهاية من أن يقابل الأفق عند نقطة في الجنوب بالنسبة لنا . هذا الخط يسمى خط الزوال وأى نجم نختاره يجب أن يعبره ليلة بعد ليلة في نفس المكان في نفس الوقت النجمي طبعاً . فالشعري اليمانية مثلاً تجتاز خط

جدول الوقت النجمي

[illegible]

الزوال دائماً في الساعة السادسة والدقيقة الأربعين من الوقت النجومى عند نقطة تبعد عن القطبية بمقدار  $10.6^\circ$ ، فنقول إن ٦ ساعات و ٤٠ دقيقة هي "الطالع المستقيم" للشعري اليمانية وإن  $10.6^\circ$  هي "بعدها القطبي الشمالى".



(شكل ٣)

والخريطة الأولى من الخريطتين<sup>(١)</sup> اللتين في نهاية الكتاب تبين كل النجوم الالامعة الواقعة في حدود  $115^\circ$  من القطب الشمالى . وهذا يشمل كل أجزاء السماء التى يمكن رؤيتها بسهولة في خط عرض إنجلترا . أما النجوم التى تبعد عن القطبية بأكثر من هذا فإما أن تكون على الدوام وراء الأفق فلا ترى أو تكون من القرب منه بحيث تصعب رؤيتها . وهذه النجوم مبينة في الخريطة النجومية الثانية<sup>(٢)</sup> .

ولكى نكتشف المكان الذى يقع فيه أى نجم معلوم في أى وقت معلوم

(١) الأصلتين الانجليزييتين .

(٢) أما الخريطة الثالثة العربية فتبين منها النجوم الالامعة التى يمكن رؤيتها في خط عرض مصر وإذا أخرجنا المشترك بين هذه الخريطة والخريطة الثانية الأصلية كان المتبقى من الأخيرة هو النجوم التى لا ترى أبدا (أو تصعب رؤيتها) بمصر .

يجب أولاً أن نستخرج الوقت النجمي من الجدول الذي في صفحة ١٦٨ ، ولنفرض مثلاً أنه ٧ ساعات ، ومنه نعرف أن كل النجوم التي طالعها المستقيم ٧ ساعات تكون عندئذ على خط الزوال . والخريطة النجومية تبتئنا بهذه النجوم لأن الطوالع المستقيمة مقدرة بالساعات مذكورة حول حافة كل من الخريطتين (ومكتوبة بالأرقام الرومانية I و II وهكذا<sup>(١)</sup>) ، ومن هذا نستطيع أن نعين بالتقريب موقع أى نجم نشاء .

والنجوم المبينة في هاتين الخريطتين النجوميتين مقسمة على حسب لمعانها الظاهري الى أربع مراتب : المرتبة الأولى والثانية والثالثة والرابعة<sup>(٢)</sup> . وعلى وجه التقريب تسمى ألمع عشرين نجماً في السماء بنجوم المرتبة الأولى . ثم إن كل نجم يباغ ضوءه ٤٠ ٪ من ضوء نجوم المرتبة الأولى يسمى نجماً من المرتبة الثانية وهلم جرا ، فيكون كل هبوط في اللعان الظاهري مقداره ٦٠ ٪ هو بمثابة هبوط مرتبة من مراتب النجوم .

ونجوم المراتب المختلفة مدلول عليها في الخريطتين النجوميتين (وكذا الخريطة الثالثة) بدوائر مختلفة الحجم فتمثل أكبر الدوائر ألمع النجوم .

(١) وكذلك الخريطة العربية التي أضيفت وقد كتبت الطوالع المستقيمة عليها بالأرقام العادية ١ و ٢ وهكذا الى ٢٤ (ورقم ٢٤ في الخريطة العربية يقابله الصفر في الخريطتين الانجليزييتين) .  
(٢) أما الخريطة العربية فقد بين فيها خمس مراتب : أولها الصفر وآخرها المرتبة الرابعة . وظاهر أن المرتبة الأولى في الخريطتين الانجليزييتين تشمل كلا من مرتبة الصفر . والمرتبة الأولى في الخريطة العربية وفيما عدا ذلك تكون المراتب متناظرة .

## المناطق النجمية

تنقسم السماء في الخريطين النجميتين الى عشرين منطقة كما يلي :

### المناطق الشمالية

المنطقة	الاسم	الطالع المستقيم
١	القطبية ... ..	جميع الساعات في حدود ٢٥° من القطب
٢	ذات الكرسي ... ..	من ٢٢ الى ٢
٣	العيوق .. ..	٢ » ٦
٤	التوءمان ... ..	٦ » ١٠
٥	الدب الأكبر ... ..	١٠ » ١٤
٦	الجاثي ... ..	١٤ » ١٨
٧	النسر الواقع ... ..	١٨ » ٢٢

أكثر من ٢٥° وأقل من ٧٠°  
من القطب

### المناطق الاستوائية

المنطقة	الاسم	الطالع المستقيم
٨	قيطس ... ..	من ٠ الى ٤
٩	الشعري اليمانية ... ..	٤ » ٨
١٠	قالب الأسد ... ..	٨ » ١٢
١١	السماء الراح ... ..	١٢ » ١٦
١٢	الطائر ... ..	١٦ » ٢٠
١٣	الفرس الأعظم ... ..	٢٠ » ٠

أكثر من ٧٠° وأقل من ١١٠°  
من القطب

### المناطق الجنوبية

المنطقة	الاسم	الطالع المستقيم
١٤	فم الخوت ...	من ٢٢ الى ٢
١٥	النهر ...	٢ » ٦
١٦	سهيل اليمن ...	٦ » ١٠
١٧	الصليب الجنوبي	١٠ » ١٤
١٨	القنطورية ...	١٤ » ١٨
١٩	الرامي ...	١٨ » ٢٢
٢٠	القطب الجنوبي	جميع الساعات

أكثر من ١١٠° من القطب

أكثر من ١٥٥° من القطب

وأهم ما يستحق العناية في هذه المناطق المختلفة هو ما يأتي :

### المناطق الشمالية

منطقة ١ — القطبية (أنظر لوحة ٤ ص ١٣)

تحتوى هذه المنطقة كل كوكبة الدب الأصغر (أنظر لوحة ٤) كما تحتوى أجزاء من الكوكبات قيطس والزرافة والتنين وذات الكرسي والدب الأكبر ولا تحتوى مما يستحق الاهتمام إلا نجم بولاريس أو ألف الدب الأصغر المشهور بالنجم القطبي أو القطبية . وهذا يمكن تعزفه بسهولة من الخريطة النجومية أو من لوحة ٤ كما يصح تمييزه أيضا بواسطة النجمين المعروفين ”بالمشيرين“

في الدب الأكبر (انظر منطقة ه) . والخط المرسوم من باء الدب الأكبر الى ألفه وامتد الى خمسة أمثال البعد بينهما ينتهى بمقربة من القطبية التي لا يمكن أن يخطئها أحد لعدم وجود أى نجم لامع آخر على مقربة منها .

وقد سبق أن لحظنا ( انظر لوحة ٦ ص ٢١ ) أن القطبية لا تنطبق تمام الانطباق على القطب الذى تبدو السماء كأنها تدور حوله ، بل هى أبعد منه بنحو  $1\frac{1}{4}^{\circ}$  أو نحو ربع البعد بين "المشيرين" الذى يبلغ  $5^{\circ}$  . والبعد بين القطب والقطبية هو أيضا قدر قطر الشمس أو القمر، كما نراهما ، مرتين ونصف مرة . لكن هذه الطريقة في التعبير تجعل المسافة تبدو أكبر من حقيقتها إذ أن كلا من الشمس والقمر من أجل لمعانه يخدع البصر كثيرا في تقدير اتساعه ويقع القطب الحقيقي على خط واصل بين القطبية وزاى الدب الأكبر وهو النجم الذى قبل الأخير مباشرة في ذيل الدب الأكبر .

ولما كان بعد القطبية عنا يبلغ بضع مئات من السنوات الضوئية كان لا بد أن تكون نجما وهاجا الى حد مخيف ، وهى نجم متغير مدته ٤ أيام ويصعبه رفيق أخفى منه كثيرا .

## منطقة ٢ — ذات الكرسي (انظر لوحة ٢ ص ٣)

هذه المنطقة يشغلها في صميمها كوكبات ذات الكرسي والمرأة المسلسلة وجزء من الفرس الأعظم (انظر صفحة ١١) . وتقع كوكبة ذات الكرسي على بعد من القطبية يقرب من بعد الدب الأكبر عنها لكن في الاتجاه

المضاد بالضبط . والنجوم الخمسة الرئيسية فيها سهل تعرفها لأنها تكون شكلا كالعدد ٤ ( أو W ) هو كرسى ذات الكرسى .

والنجم الذى فى نهاية الطرف الأيمن من كوكبة ذات الكرسى يدعى باء ذات الكرسى أو الكف الخضيب ، ويلىه ألف ذات الكرسى أو الصدر، وهذان النجنان يكتونان موطن القدم من "الكرسى" .

إذا رسم مستقيم من باء المرأة المسلسلة مازا بألفها ومُد نحو أربعة أمثال البعد بينهما فإن هذا المستقيم يصل بنا الى النجم جيم المرأة المسلسلة أو عناق الأرض وهو من أجمل النجوم المزدوجة . وألَم نجمى هذا الزوج أصفر اللون أما أصغرها فمخضر اللون فى شىء من الزرقة، وقد شبه النجنان بياقوتة صفراء وزمردة . ولو نظرنا الى النجم الزمردى بمقرب جيد لتبين أنه مركب من نجمين، وقد وجد أنهما يدوران الواحد حول الآخر مرة فى كل ٥٥ سنة، وهذه النجوم تبعد عنا بنحو ٥٠٠ سنة ضوئية وإذن فهى لا بد متوهجة جدا .

وفى منتصف المسافة بين جيم المرأة المسلسلة وأقرب ركن من المربع العظيم فى كوكبة الفرس الأعظم نجمد باء المرأة المسلسلة الذى هو نجم من المرتبة الثانية، ومن هذا يمكننا إيجاد موضع جرم عظيم الأهمية جدا هو السديم الأعظم فى كوكبة المرأة المسلسلة (صفحة ١٣١) وهو الوحيد بين السدائم المنتظمة الذى يمكن رؤيته بوضوح بالعين المجردة، ويقع تقريبا فى ربع المسافة بين أباء المرأة المسلسلة وبين باء ذات الكرسى .



### منطقة ٣ - العيوق (انظر لوحة ٣ ص ١٢)

في هذه المنطقة تكتسح المجرة كوكبة ممسك الأعنة (راكب العرب) التي تحتوى النجم الساطع العيوق أو ألف ممسك الأعنة .

ومن السهل تعزف العيوق لأنه يقع في منتصف المسافة بين حزام الجبار وبين القطبية، كما أنه يقع تقريبا على خط على استقامة أكبر ضلع في الشكل الرباعي الظاهر الذى يكون جزءا من الدب الأكبر . ويمكن تعزفه أيضا بثلاثة نجوم لامعة قريبة منه على شكل الرقم ٧ صغيرة وتعرف هذه بالجليدين، أما العيوق نفسها فهي المعزى .

ويصل العيوق الى خط الزوال عند منتصف الليل فى أوائل ديسمبر فى لندن وعندئذ يكون جنوب السميت بنحو ٩° ، وهو النجم الذى تمتاز به ليلى الشتاء كما أن النسر الواقع (انظر منطقة ٧) هو النجم الذى تمتاز به ليلى الصيف . والعيوق أقل لمعانا من النسر الواقع بشئ قليل لكن كلا منهما ألمع من أى نجم آخر فى نصف الكرة الشمالى . أما نصف الكرة الجنوبي ففيه الشعري اليمانية وسهيل اليمين وألف قنطورس (انظر الذيل الثانى) وكلها نجوم ألمع من أيهما .

والعيوق نجم ثانى بعده عنا معروف بدقة تذكر وهو ٥٢ سنة ضوئية ، وشقاه (التيجان المركبان له) أضوا من الشمس : أحدهما بقدر ١٠٥ مرة ، والثانى بقدر ٨٠ مرة وهما يدوران أحدهما حول الآخر فى ١٠٤ من الأيام .

وقطر أكبر النجمين يبلغ نحو قطر الشمس إحدى عشرة مرة فيكون حجمه قدر حجمها نحو ١٢٠٠ مرة ومع ذلك فوزنه قدر وزنها  $\frac{1}{8}$  من المرات فقط . وقطر النجم الأصغر نصف قطر الأكبر ووزنه نحو  $\frac{1}{4}$  وزنه وكلاهما مارد أصفر (صفحة ٩٣) .

ويقع باء ممسك الأعنة تقريبا على نفس الخط العرضي الذي يقع عليه العيوق (أى أنهما على نفس البعد من القطب) وهو أيضا نجم ثنائى مكون من نجمين كلاهما أكبر من الشمس يدور كل حول الآخر فى أقل من ٤ أيام بقليل، وإذا فعلان ذلك يكشف كل منهما الآخر ويغمه وبذا يدخس ضوء النجم مؤقتا، وهذه المجموعة تبعد عنا بنحو ١٠٠ سنة ضوئية، وشقاه متساويا اللعان كل منهما أضوا من الشمس نحو ٥٠ مرة، وهما من نجوم التتابع الرئيسى تقرب طبيعة تركيبهما من طبيعة الشعرى اليمانية .

وفى جنوب هذين النجمين (وعلى بعد من كل منهما يقرب من ضعف البعد بينهما) نجد نجما لامعا آخر هو باء الثور وهو ثنائى نجم فى اللعان فى برج الثور الذى يقع جزء كبير منه فى هذه المنطقة، وألمع نجم فيه وهو ألف الثور أو الدبران يقع فى منطقة ٩ لكن الجزء الذى يقع فى منطقة ٣ يحتوى الجمع الشهير المعروف من القدم باسم الثريا . هذا الجمع يتكوّن طائفة من النجوم تسترعى حتى العين المجردة، لكن محاسنها تكون أكثر تجليا لو نظر إليها من خلال مرقب ولو ضعيف القوة . وهى طائفة من نجوم متصلة اتصالا فعليا تتحرك كلها معا عبر الفضاء بسرعة واحدة فى اتجاه واحد كسرب من الطير البرى .

وإذا رسمنا خطاً من باء ممسك الأجنة إلى العيوق ثم مددناه بقدر ضعف طوله وصلنا إلى الغول أو باء فرساوس ، ثانياً نجم في اللعان في كوكبة فرساوس . وهو نجم متغير شهير جداً كان تغيره معروفاً من أقدم الأزمان ، وهو أيضاً مجموعة ثنائية تتألف من نجمين : واحد لامع وواحد مظلم يدور كل منهما حول الآخر مرة في كل يومين وإحدى وعشرين ساعة ، ويكشف أحدهما الآخر في خلال ذلك . فعند ما يكون النجم المظلم أمام اللامع يأخذ الضوء يهبط بغاية إلى ثلث ما كان عليه وبعد ذلك يرتفع ثانية إلى مقداره الأصلي من غير ترتيب يذكر ، فالهبوط والارتفاع يستغرق كل منهما نحو ٤ ساعات ، والتغيرات في اللعان يسهل رؤيتها بالعين المجردة . وفي شمال الغول فوق فرع من المجرة يقع النجم اللامع ألف فرساوس أو المرفق .

وتحتوى كوكبة فرساوس أيضاً على جمعين نجوميين ظريفيين مكوّنين من نجوم لامعة ، كلاهما يرى بالعين المجردة كأنه رقع لامعة على المجرة ولو أن النجوم المكوّنة لهما بالطبع أقرب إلينا كثيراً من نجوم المجرة . وهما بالتقريب على الخط الواصل من ألف فرساوس إلى دال ذات الكرسي على نحو  $\frac{2}{3}$  البعد من الأول . ولو نظرنا إلى الجمعين بمقرّب صغير لكشف لنا في ألمعها عن نجوم جميلة على شكل حدوة الحصان ولكشف لنا في أخفاهما عن شكل مثلثين .

### منطقة ٤ - التوءمان

تحتوى المنطقة الرابعة أجزاء كبيرة من برجى التوءمين والسرطان وجميع كوكبة الفهد ، وأهم أجرامها النجمان ألف التوءمين و باؤه وهما ألمع نجوم برج

التوأمين يعرفهما الجميع باسم الذراع المسبوطة (التوأم المقدم والتوأم المؤخر) . والتوأم المقدم الذى لعله أطرف نجم ثنائى فى السماء الشمالية صالح جدا لأن يرصد بالمراقب الصغيرة . وأحد هذين النجمين يبدو نصف الآخر فى لمعانه ، أما فى الواقع فهما أضوأ من الشمس نحو ٢٣ و ١١ مرة ، ويبلغ بعدهما عنا نحو ٤٣ سنة ضوئية ، وطبيعة تركيبهما العام كطبيعة تركيب الشعرى الإيمانية ، ووزنهما معا قدر وزن الشمس  $\frac{1}{5}$  من المرات . ويدور كل منهما حول الآخر مرة فى كل ٣٠٦ سنة . ويوجد فى المستعمرة نجم ثالث خفى أحمر هو ثالث ألف التوأمين لا يبعث من الضوء إلا ب  $\frac{1}{10}$  مما تبعث به الشمس ولا يرى إلا بمرقب جيد .

وقد اكتشف حديثا أن كل واحد من هذه النجوم الثلاثة هو فى نفسه نجم مزدوج ، فالتوأم المقدم فى الواقع مستعمرة من ستة نجوم ولا يمكن إدراك ازدواج أى هذه النجوم الثلاثة الرئيسية حتى ولا بأقوى المراقب ، لكن طرقا طيفية (سبكتروسكوبية) كتلك التى استعملت للكشف عن سرع السدائم البعيدة (صفحة ١٥٥) تبين أن كل نجم منها يتركب من جزأين متحركين بسرعتين مختلفتين . وإذن فلا بد أن يكون كل منها مكونا من كتلتين منفصلتين تتحرك إحداهما حول الأخرى على بعد منها هو من الصغر بحيث لا يمكن أن ترى متميزة عنها بأى مرقب . وتسمى مثل تلك النجوم بالثنائيات الطيفية ، وتبلغ مدد الدوران ٩,٢٢ من الأيام لألمع نجم و ٢,٩٣ من الأيام للذى يليه فى اللمعان و ٨١٤ ر . فقط من الأيام «أى عشرين ساعة»

للتنجيم الأحمر الخلفى . والتنجيم المكتونان للأخير يكسف الواحد منهما الآخر بانتظام فى أثناء دوران أحدهما حول الآخر، وهما فيما يظهر متشابهان من جميع الوجوه، لكل منهما قطر يزيد زيادة تذكر على نصف قطر الشمس، ووزنه يساوى نصف وزن الشمس .

وليس فيما تحويه منطقة ٤ من أجزاء برج السرطان نجوم لامعة ولا أجرام أخرى ذات أهمية خاصة .

كذلك كوكبة الفهد أيضا لا تحتوى على نجوم تلفت النظر وإنما تحتوى على كثير من النجوم المزدوجة وأجرام أخرى تتمتع من بيده مرقب جيد .

### منطقة ٥ - الدب الأكبر

أظهر طائفة من النجوم فى منطقة ٥ هى النجوم السبعة الرئيسية فى كوكبة الدب الأكبر، وهما ألفه أو الدب، وباؤه أو المراق، وجيمه أو الفخذ، وداله أو المغررز، وهائه أو الجون، وزايه أو العناق، وحائه أو القائد . وهذه كلها تكون طائفة معروفة حق المعرفة تسمى بنات نعش وزاى الدب الأكبر أو العناق نجم مزدوج يمكن تمييز جزأيه بقليل من المساعدة المرقبية .

وذات الشعور (انظر صفحة ١٣) ، وهى أيضا فى هذه المنطقة، فئة من نجوم ضعيفة لا تكاد تبلغ من التقارب الحد الذى يميز أن تسمى جمعا . وهذه المنطقة تشمل تقريبا كل كوكبة « كلاب الصيد » التى تحتوى

النجم المزدوج الظريف ألف كلاب الصيد أو (كور كارولى Cor Caroli) وهو اسم أطلقه عليه الفلكي هالى بايعاز طبيب بلاط الملك شارل الثانى الذى زعم أن لمعانه ازداد بقدر محسوس فى ليلة عودة الملك الى لندن. ومن السهل تعيين هذا النجم فى السماء برسم خط من ألف الدب الأكبر الى جيمه ثم مده الى مثل طوله مرة ونصف مرة . واذا رسمت دائرة مارة بنجوم ذيل الدب الثلاثة فانها تمتاز بالضبط بكور كارولى . والنجم الرئيسى فى هذه الكوكبة هو من المرتبة الثالثة ، ورفيقه الأبعد منه بمقدار قوس يساوى ثلث دقيقة تقع مرتبته بين المرتبتين الخامسة والسادسة ، وإذن فمن السهل جدا رصده بمقرّب صغير .

وهذه الكوكبة لا تحتوى بعد هذا إلا قليلا من النجوم المتعة لكنها تحتوى السديم اللولبى الفخم م ٥١ المبين فى لوحة ٤٣ (صفحة ١٣٥) ويعرف عادة "بالدوامة" وقد اكتشف هذا السديم سنة ١٨٤٥ بواسطة مقرّب لورد روس العاكس المارد البالغ سنة أقدام ، وكان أوّل سديم لوحظ فيه التركيب اللولبى الخاص ، ولا يكاد يرى منه بالمراقب الصغيرة شئ وراء نقطتين متقاربتين من ضوء مشعاع غير منتظم .

### منطقة ٦ — الجاثى

هذه المنطقة تحوى الأجزاء الكبرى من الكوكبات الآتية : الجاثى والعواء والتنين .

وفى منتصف المسافة تقريبا بين النجمين زاي وحاء الجاثى يقع الجمع

الكري الفائق م ١٣ الميين في لوحة ٣٢ (ص ١١٣). وعلى الرغم من أن هذا الجمع هو أكثر المجموع الكرية استرخاء للنظر في نصف الكرة الشمالى فإنه لا يكاد يرى بالعين المجردة ثم لا يرى عندئذ إلا في أحسن الظروف . أما المجموع الكرية الممكن رؤيتها جلية واضحة بالعين المجردة فتقع في نصف الكرة الجنوبي .

وتقع بين الجاثى والعواء طائفة من نجوم تسر الناظر على شكل U تعرف بالإكيل الشمالى . وهو إحدى الكوكبات القليلة التى يبرر شكلها اسمها .

#### منطقة ٧ — النسر الواقع (انظر لوحة ٣٥ ص ١٢٨)

تحتوى كوكبة اللورا (أو السلياق) الواقعة في هذه المنطقة على نجم ساطع من المرتبة الأولى هو ألف اللورا أو النسر الواقع وهو ألمع نجم في السماء الشمالية . وهو يرى بسهولة من جميع أنحاء نصف الكرة الشمالى ، وكذلك من جزء كبير من نصف الكرة الجنوبي . ولما كان النسر الواقع يبعد عن القطب الشمالى بنحو ٥١° كان على الدوام فوق الأفق في جميع الأنحاء التى يزيد خط عرضها على ٥١° في نصف الكرة الشمالى ، وهذه تحوى بالطبع الجزء الأكبر من الجزر البريطانية .

ومن السهل جدا تعرف هذا النجم . فكما أنت النجمين ب و ١ في الشكل الرابع للدب الأكبر يشيران الى النجم القطبي (أو القطبية) ، فكذلك يشير النجمان الآحران ح و ٤ في نفس الشكل الرابع الى النسر

الواقع ، ويصبح أن نلاحظ أن القطبية والسمالك الراح والنسر الواقع كل أولئك يكون مثلثا متساوي الساقين .

وفي منتصف الليل حوالى آخر يونيه يحتاز النسر الواقع خط الزوال إذ يكون الى جنوب سمت لندن بنحو  $١٢^\circ$  ، ويفعل مثل ذلك أيضا في الساعة العاشرة بعد الظهر في شهر يوليه ، وفي الساعة الثامنة بعد الظهر في أغسطس وهكذا وإذن فالنسر الواقع نجم ليل الصيف . أما من سبتمبر الى فبراير فيجتاز خط الزوال في ضوء النهار .

والنسر الواقع يشبه الشعري اليمانية في طبيعة تركيبه وهو أضوأ منها مرتين وأضوأ من الشمس بنحو خمسين مرة ويبلغ بعده عنا نحو ٣٦ سنة ضوئية . وتحتوى كوكبة اللورا أيضا على نجم مزدوج هو هاء اللورا ، ولما كان شقاه منفصلين أحدهما عن الآخر بمقدار  $(\frac{1}{4})^\circ$  كان البصر الحاد كافيا وحده لرؤيتهما منفصلين . في الليلة الظلماء الصافية وإن كان منظار من مناظير المسارح أو منظار مزدوج صغير مما يساعد على ذلك ، ويكفى مرقب صغير حقا لبيان أن كلا من هذين النجمين في ذاته نجم مزدوج .

وتشمل هذه المنطقة جميع كوكبة الدجاجة ، وهذه تحتوى نجم الذنب الذى من المرتبة الأولى أو ألف الدجاجة ، وكذلك المنقار أو باء الدجاجة وهو نجم مزدوج بهى شقاه على لونين مختلفين واقعان عند المنقار في نهاية رقبة البجعة المشوقة . وتحتوى هذه المنطقة بعضا من أغنى أجزاء المجرة .



## المناطق الاستوائية

نأتى الآن الى المناطق الاستوائية الست التى تظهر فى كل من الخريطين النجوميتين ١ و ٢ (والخريطة العربية الثالثة أيضا) .

### منطقة ٨ — قيطس

يعرف من جدول الزمن النجومى أن منطقة ٨ تكون على خط الزوال حوالى الساعة السادسة بعد الظهر فى يناير، وبذا يمكن رؤيتها جيدا فى شهور الشتاء عقب تخيم الظلام . وقرب آخر أغسطس تجتاز خط الزوال عند الساعة الرابعة صباحا، وفى سبتمبر عند الساعة الثانية صباحا، وفى أكتوبر عند منتصف الليل، وفى نوفمبر فى الساعة العاشرة بعد الظهر، وفى ديسمبر فى الثانية بعد الظهر، فهى إذن قبل كل شىء منطقة صالحة للرصد فى أمسية الخريف . وعلى الرغم مما يقال من أن قيطس أكبر الكوكبات طرافليس فيه نجوم لامعة كثيرة فهو يحتوى نجمين من المرتبة الثانية وتسعة من الثالثة والرابعة .

ويقع فى هذه الكوكبة النجم المتغير واوقيطس (ص ١٠٢) أو الميرة، وقد اكتشف الفلكى الألمانى فبركيوس تغيره منذ أكثر من ٣٠٠ سنة فضوءه يتغير باستمرار فى مدة تبلغ نحو ١١ شهرا ويظهر عليه تغيرات فى اللعان خارقة للعادة، فبعد أن يكون نجما مرقيا خفيا من المرتبة التاسعة يزداد لمعانه ببطء الى المرتبة الثامنة فالسابعة فالسادسة على التتابع ، وبعد ذلك يصبح ظاهرا للعين المجردة ، ثم يرتفع بالتدريج الى المرتبة الثانية فيصل الى أوجه بعد أربعة شهور من بدء ازدياد لمعانه . وبعد أن يظل فى أوجه ما يقرب من شهر

ياخذ في الهبوط فيضمحل لمعانه ببطء حتى يعود بعد خمسة شهور نجما مرقيا لا يؤبه له من المرتبة التاسعة التي بدأ منها . وهو يسمى بحق «ميراسيتي» أو نجم قيطس العجيب فإن الضوء الذي يبعث به وهو في أوج لمعانه يبلغ قدر الضوء الذي يبعث به وهو في أدنى حالات لمعانه ٥٠٠ مرة .

ويحسن الراصدون إذا لحظوا شكلا كبيرا في صورة W يقع ألف قيطس (المنقار) وألف الحمل عند أدنى نقطتين فيه كما تقع ألف الثور (الدبران) والثريا وباء فرساوس (القول) عند نقطه العليا .

#### منطقة ٩ — الشعري الإيمانية (انظر لوحة ٣ ص ١٢)

هذا الجزء من السماء تمتع للغاية إذ يحوى طائفة من الكوكبات تمثل الجبار محوطا بحيوانات (انظر ص ١٢) وهو يشمل كل كوكبي الجبار والكلب الأصغر، كما يشمل أجزاء كبيرة من كوكبات الكلب الأكبر والثور والأرنب ووحيد القرن (لكورن) .

والمع نجم في كوكبة الكلب الأكبر هو ألفه أو الشعري الإيمانية، وهى ألمع نجم في السماء، وتقع في نصف الكرة الجنوبي، لكن لما كانت جنوب خط الاستواء بمقدار ١٨° فقط كان من المستطاع رؤيتها في الأوقات المناسبة من جميع أنحاء الأرض ما عدا منطقة صغيرة داخل الدائرة القطبية الشمالية وهى تجتاز خط الزوال في منتصف الليل عند رأس السنة الميلادية تقريبا، ولذا ترى على أحسن حال في خط عرضنا الشمالى (بانجلترا) في أمسية الربيع أو بعد نصف الليل في ليالى الخريف وتكون عندئذ نجما يستهوى الناظر ولو بتألهه

الجميل في تعدد ألوانه، وهى في الواقع خير أمثلة النجوم البيضاء لكن تلاحظها  
يخجلها تبدو كأنها تبعث بوميض ذى ألوان شتى يسرع بعضها في إثارة بعض.  
ومن عهد هو مر الى يومنا هذا سميت الشعرى اليمانية بالنجم الكلبى،  
وقد أشير اليها بـ كلب في آثار مصرية مختلفة وكانوا يعتقدون أن شروقها مع  
الشمس في منتصف الصيف يدل على ابتداء فيضان النيل .

وليس في كوكبة الكلب الأكبر بعد هذا النجم اللامع الفرد شىء مما  
يتمتع . وأهم مميزات منطقة ٩ هى كوكبة الجبار التى تبين اللوحة ٢٨ (ص ٨٧)  
صورة فتوغرافية منها . والذي يرصد سماء نصف الكرة الشمالى يرى حوالى  
الساعة العاشرة فى أى ليالى يناير كوكبة الجبار فى جنوبه مباشرة . وعلى يمين  
حزام الجبار وتحته بقليل يوجد نجم من المرتبة الأولى هو الرجل اوباء الجبار  
وهم نجم قد عرفت قدرته الشمعية بدقة تذكر فوجد أنها قدر قدرة الشمس  
حوالى ١٥٠٠٠ مرة . ويقابل نجم الرجل على مثل بعده من الحزام، لكن  
إلى يساره من فوق، نجم «صنو الرجل فى المكانة هو منكب الجوزاء، وهو مارد  
أحمر قطره قدر قطر الشمس نحو ٣٠٠ مرة، وقدرته الشمعية قدر قدرتها  
نحو ١٢٠٠ مرة . وهذان النجمان الساطعان يكوّنان والشعرى اليمانية  
وألف الثور أو الدبران مُعينًا شديد الظهور من نجوم المرتبة الأولى ( انظر  
ذيل ٢ ) ، ويكاد حزام الجبار يكون فى وسط هذا المعين بالضبط . وإذا  
رسم خط مار بنجوم الحزام الثلاثة ومد من كل من طرفيه إلى ثمانية أمثال طول  
الحزام انتهى بالدبران من طرفه الشمالى وبالشعرى اليمانية من طرفه الجنوبى .

وتحت النجم الأوسط من نجوم حزام الجبار بالضبط نجد مقبض السيف (لوحة ٣ ص ١٢) الذى يحتوى السديم الأعظم فى برج الجبار وهو من أمتع ما يمكن أن يراه الناظر من خلال مرقب (انظر لوحة ٢٧ ص ٨٦) .

وتحتوى هذه المنطقة أيضا كوكبة الكلب الأصغر وألع نجم فيها الشعرى الشامية أو الغنيماء، ويمكن إيجاد موقعها بسهولة إذا مدد إلى اليسار الخط الواصل بين النجمين جيم الجبار (المزم) وألف الجبار (منكب الجوزاء) اللذين يتكوّنان الضلع العلوى من شكل الجبار الرباعى . والذراع المبسوطة التى تتكوّن من ألع نجمين فى كوكبة التوأمين تكاد تقع بالضبط على الخط الواصل بين الشعرى الشامية والقطبية .

### منطقة ١٠ — قلب الأسد

تحتوى هذه المنطقة أجزاء كبيرة من الكوكبات الآتية : الأسد والباطية (الكأس) والشجاع (الحية المائية) والسرطان . والمشيران فى الدب الأكبر اللذان نستخدمهما لإيجاد القطبية ينفعاننا أيضا فى إيجاد برج الأسد لأن الخط المار بهما الذى يصل بنا إلى القطبية من أحد اتجاهيه يصل بنا إلى برج الأسد من الاتجاه الآخر إذ أن موقع هذا البرج وموقع القطبية على جانبي المشيرين يكاد يكون واحدا فى البعد بالنسبة لهما . ونجوم هذا البرج تكون شكلا هندسيا يلتفت النظر وألعا ألف الأسد أو قلبه وهو نجم من المرتبة الأولى ثم هو أول نجم فى منحني من النجوم مشهور يتكوّن رأس الأسد،

ويسمى أحيانا "المنجل" . وتقع بقية البرج في الجانب المحدث من المنجل وتنتهي بنجم من المرتبة الثانية هو باء الأسد أو الصرفة (ذنب الأسد) ويقع في نهاية الذيل .

والنجم التالى في اللعان في المنجل وهو جيم الأسد هو نجم مزدوج تسهل رؤيته بمقرب صغير . وألمع شقيه نجم من المرتبة الثانية، وأخفاهما، ويبعد بقوس مقداره ثلاث ثوان فقط، نجم من المرتبة الرابعة، ومما يلفت النظر تباين النجمين في اللون . ومن المفيد أن نلاحظ أن الدبران وجيم التوأمين وجيم الأسد والصرفة تقع كلها في خط واحد تقريبا .

وفي ليلة (١٣ - ١٤) نوفمبر سنة ١٨٦٦ تساقطت شهب كأنها همرة شهابية بديدة في اتجاه وسط المنجل . هذه الهمرة تكرر في فترات على شيء من الانتظام، وكلما وقعت وصفت بأنها مظهر من مظاهر الأسد - عرض في برج الأسد - (انظر صفحة ٧٥) .

ولا يحتوى برج السرطان نجوما ساطعة لكنه يمتاز بجمع من النجوم غريب يعرف بالثرة<sup>(١)</sup> أو خلية النحل، والعين المجردة لا تراها إلا بقعة غير واضحة بين التوأمين والأسد، ولكنها تبين نجومها إذا استعين على رؤيتها ولو بمنظار المسارح .

(١) الثرة: كوكبان بينهما قدر شبر، وفيهما لطح بياض كأنه قطعة سحاب .

## منطقة ١١ - السماء الراح

تحتوى هذه المنطقة أجزاء كبيرة من الكوكبات الثلاث : العذراء والحية والميزان كما تحوى جزءا صغيرا من كوكبة العواء (منطقة ٦) يشمل ألمع نجم فيها وهو السماء الراح أو ألف العواء .

هذا النجم هو ألمع نجم في نصف الكرة الشمالى بعد النسر الواقع والعيوق ، وتعرفه سهل جدا . فما علينا إلا أن نجث عن الدب الأكبر ثم نتبع امتداد ذيله الى أقل من ضعف طوله بقليل فنصل الى السماء الراح .

ويظهر السماء الراح على خط الزوال عند منتصف الليل في الجزء الأخير من أبريل ويكون عندئذ جنوب سمت الراصد (في إنجلترا) بنحو  $30^{\circ}$  ، ولما كان واقعا شمال خط الاستواء بمقدار  $19^{\circ}$  فقط صار يرى من كل مكان على سطح الأرض ما عدا داخل الدائرة القطبية الجنوبية .

وأظهر مميزات كوكبة العذراء هو ألفها أو السماء الأعزل وهو من المرتبة الأولى . وإذا رسم خط من ألف الدب الأكبر الى جيمه ومد في انحناء قليل فانه يؤدى الى السماء الأعزل . ويلاحظ أن النجوم الظريفة الثلاثة ، السماء الراح والسماء الأعزل والصرفة ، تكون مثلثا متساوى الأضلاع تقريبا . ويمكن تعرف كوكبة الحية التى تقع أيضا في هذه المنطقة بواسطة ألمع نجم فيها ، وهو ألفها ويقع شمال السماء الراح .

(١) أما في القاهرة فبنحو  $10^{\circ}$

وتقع كوكبة الغراب تحت السماء الأعزل بقليل من جهة اليمين . ونجماها  
اللامعان ، باء الغراب وجيمه ، يكونان مثلثا مع السماء الأعزل .

### منطقة ١٢ — الطائر ( أنظر لوحة ٢٣ ص ٦٨ )

يحتوى هذا الجزء الممتع من السماء أجزاء كبيرة من الكوكبات الآتية :  
العقاب والحية والحواء (ماسك الحية) والرامي والسهم . ويشمل أيضا ذلك  
الجزء من كوكبة الجاثى الذى يحوى النجم ألف الجاثى وهو نجم جميل مزدوج  
شقاه ذوا لونين تباينهما واضح جلى : أحدهما برتقالى والآخر أخضر فى زرقه .

وتمتاز كوكبة العقاب بنجم من المرتبة الأولى هو النسر الطائر وألف العقاب  
ويصح أن يخص بالذكر المثلث البهى المتكون من النجوم الثلاثة النسر  
الطائر والنسر الواقع وألف الدجاجة أو الذنب ( ويجب ألا يخلط بين هذا  
وبين الصرفة فى طرف ذنب الأسد ) . وإذا رسم خط من النسر الواقع تحت  
باء الدجاجة فإنه يمرّ قريبا من نجوم ثلاثة على خط واحد أبهاها وأخفها  
أوسطها وهو النسر الطائر . وهذا الخط من النجوم مميز واضح منميزات  
كوكبة العقاب وهو لوضوحه يلتبس أحيانا بمحزام الجبار .

وتمر المجرة عبر جزء من كوكبة العقاب وتقول القصة إن العقاب السماوى  
يطير عند هذه النقطة عبر النهر السماوى المسمى بالمجرة .

والنجوم الثلاثة الرئيسية فى كوكبة الحواء تكون هى ألف الجاثى شكلا  
رباعيا غير منتظم يبعد مركزه عن القطب بقدر بعد النسر الطائر عنه تقريبا .

## منطقة ١٣ - الفرس الأعظم

تحتوى هذه المنطقة على البروج الثلاثة ، الدلو والحوت والجدى ، وعلى كوكبات أخرى أصغر منها . وتحتوى كذلك ، هى والمنطقتان الثانية والثامنة ، المربع الكبير في كوكبة الفرس الأعظم الذى يكاد ينافس الدب الأكبر وحزام الجبار في كونه من المميزات المألوفة في السماء . هذا المربع مكون من ألمع النجوم الثلاثة في كوكبة الفرس الأعظم ، ألفه وبائه وجيمه ومن نجم رابع هو ألف المرأة المسلسلة الذى ينتمى الى الكوكبة المجاورة ، كوكبة المرأة المسلسلة .

واختبار حسنٌ للبصر و "ابعد النظر" أن ترى كم نجما تستطيع رؤيتها بالعين المجردة في مربع كوكبة الفرس الأعظم . ويندر أن يتمكن إنسان في بريطانيا العظمى أن يعد أكثر من ٣٠ ، لكن العدد يكبر كلما سرنا نحو الجنوب حيث السماء صافية . وقد أمكن أن يعد منها مائة نجم ولجنان في أثينا .

## المناطق الجنوبية

ننتقل الآن إلى المناطق الواقعة في الجنوب على بعد هو من العظم بحيث أن معظم أجزائها لا يمكن قط أن يرصد في بريطانيا .

## منطقة ١٤ - فم الحوت

هذه المنطقة من ألمع أجزاء السماء الجنوبية وتحتوى نجمين من المرتبة الأولى هما ألف النهر أو آخر النهر ، وألف الحوت أو فم الحوت .



والحوت الجنوبي الذى يقع جنوب الحوت والدلو مجموعة صغيرة من نجوم تحتوى فم الحوت وليس فيها ما يلفت النظر غيره . والخط الواصل من فم الحوت إلى آخر النهر إذا مدّ على استقامته بقدر طوله يؤدّى بنا إلى النجم اللامع سهيل اليمن وهو ألمع نجم فى السماء كلها بعد الشعرى اليمانية . فلدينا هنا ثلاثة نجوم من المرتبة الأولى على خط واحد مستقيم ، وهذا الخط عون كبير للراصدین فى نصف الكرة الجنوبي فى تعرف مجاميع النجوم الجنوبية . ولا يرى من الثلاثة فى بريطانيا إلا أقربها إلى الشمال وهو فم الحوت .

### منطقة ١٥ - النهر

أعظم ما يسترعى الناظر فى منطقة ١٥ هو النهر السماوى الطويل كوكبة النهر، وكان منبعه على حسب التقسيم القديم للكوكبات عند نجم ( آخر النهر ) ومنه جرى إلى الشمال عبر سلسلة من نجوم لامعة فيمر أولاً بمجموعة ممتعة مؤلفة من أربعة نجوم من المرتبتين الرابعة والخامسة فإذا ما جرى قليلاً بلغ نجماً من المرتبة الثالثة وعندئذ يوغل متعرجاً نحو الشمال حتى يبلج فى النهاية المنطقة الاستوائية ٨

ثم حدث بعد ذلك أن مدّت الكوكبة صوب الجنوب فأصبح النهر الآن يسيل أيضاً جنوب آخر النهر فيصب فى كوكبة الشجاع الذکر (منطقة ٢٠) . ويحتوى النهر الذى هو من أكبر الكوكبات فى السماء على نحو ٣٠٠ نجم ترى بالعين المجردة ، ومع ذلك فليس فيها غير آخر النهر نجم فوق المرتبة الثالثة فى اللعان .

## منطقة ١٦ - سهيل

الكوكبة الشهيرة السفينة هي الشكل المميز لمنطقة ١٦، فهي من الكبر بحيث يكون من المناسب عادة قسمتها الى ثلاث كوكبات صغيرة: القرينة والمؤخرة والشرع .

والمع نجم في الكوكبة كلها وهو ألف السفينة أو سهيل اليمن لا يفوقه في اللعان سوى الشعري اليمانية، لكن الشعري قريبة منا الى حد ما على حين أن سهيلا، الذي يبدو أقل في اللعان منها بقليل، عظيم البعد عنا الى حد كبير، ولذا يجب أن يكون في ذاته ألمع منها بدرجة لا تحتمل المقارنة. ولسوء الحظ لا نعلم بعده عنا ولا قدرته الشمعية بأية درجة من درجات الدقة .

## منطقة ١٧ - الصايب الجنوبي (أنظر لوحة ٢٩ ص ١١٠)

تحتوى هذه المنطقة على كوكبتين من أعجب الكوكبات في السماء الجنوبية وهما قنطورس والصليب الجنوبي .

ولما كان الصليب الجنوبي يحوى عددا من النجوم اللامعة في منطقة صغيرة نسبيا اعتبره الناس من مميزات السماء الجنوبية كما أن الدب الأكبر من مميزات السماء الشمالية .

والخط الطويل في الصليب الجنوبي يشير من ناحية الى القطب الجنوبي تقريبا ومن الناحية الأخرى الى باء الغراب عابرا قنطورس . أما الخط القصير في الصليب فيشير نحو ألمع نجمين في قنطورس وسنعود لها في منطقة ١٨

والمع نجم في الصليب أو ألف الصليب هو أقرب نجومه الى القطب الجنوبي، والنجم الذى يليه في اللعان أو باء الصليب هو أبعد نجومه نحو الشرق، ويقع بالقرب من نجم من المرتبة الثامنة وصفه السير جون هرشل بأنه «المع نجم أحمر رأيته وأغمقه فهو قرمزى في حمرة الدم الشديدة وهو يبدو كنقطة دم اذا قورن بياض باء الصليب» .

هذه المنطقة تحتوى على جزء من أسطح أجزاء المجرة ( انظر لوحة ٢٧ ص ٨٦ ) وأيضا على واحد من أعجب معالم المجرة : على رقعة سوداء في السماء على شكل الكمثرى طولها ٨° وعرضها ٥° ، كان البحارة والفلكيون الأولون يسمونها "زكية الفحم" ، وكان الأستراليون الأولون يزعمون في قصصهم أنها حفرة من الظلام فاعرة، كذلك كانوا يزعمون أنها الشر متجسما في شكل إيموق<sup>(١)</sup> قد جثم عند جذع شجرة ، تمثلها نجوم الصليب ، متربصا لأبسوم<sup>(٢)</sup> قد اضطره مطار دوه للالتجاء الى أفرع الشجرة يختبئ فيها . وانا نعرف الآن أن زكية الفحم ليست حفرة أبدا وإنما هي سحابة من مادة مظلمة تطمس النجوم التي وراءها ( انظر صفحة ١٠٢ ) .

وليس قنطورس واسع المدى فحسب ولكنه أيضا يحتوى من النجوم الساطعة على عدد أكبر مما تحتويه أية كوكبة أخرى ، ففيه نجمان من المرتبة الأولى ونجم من المرتبة الثانية وخمسة من الثالثة وسبعة من الرابعة ولا أقل من تسع وثلاثين من المرتبة الخامسة .

(١) طائر أرضى استرالى . (٢) حيوان ندى من الحيوانات البلية الأمريكية .

منطقة ١٨ — القنطورية (انظر لوحة ٣٩ ص ١٣٢)

يقع ألف قنطورس وهو ألمع نجم في كوكبة ألف قنطورس دون القطب الجنوبي بمقدار ٣٠° وبذلك لا يكاد يتيسر رؤيته في نصف الكرة الشمالى إلا من المناطق الحارة .

ومن السهل التعرف عليه بسبب وقوع نجم آخر يكاد يساويه في البهجة وهو باء قنطورس على قاب ٥° منه . واقترا نجمين من المرتبة الأولى بهذه الصورة لا وجود له في أى مكان آخر من السماء ، فنجم الذراع المبسوطة منفصل أحدهما عن الآخر بنحو نفس المسافة أى بنحو ٥° لكنهما لا يعادلان ألف قنطورس وباء في اللعان .

وتحتوى هذه المنطقة أيضا على برج العقرب الظريف الذى يقع ألمع نجم فيه وهو قلب العقرب أو ألفه قرب نهاية سلسلة نجوم من المرتبة الثانية والثالثة . وهذا البرج يمكن رؤيته في أشهر الصيف من خطوط عرض بريطانيا العظمى ، ويحوى بعضا من أغنى ساحات الحجرة بالنجوم . ويبدو قلب العقرب من بين النجوم الظاهرة في السماء أشدها أحمرارا ويلىه في ذلك منكب الجوزاء ، ومن بعده الدبران . هذه النجوم الثلاثة كلها مرده حمر فتمطر قلب العقرب قدر قطر الشمس نحو ٤٥٠ مرة وقطر منكب الجوزاء قدر قطر الشمس ٣٠٠ مرة والدبران ٤٠ مرة .

### منطقة ١٩ — الراى (أنظر لوحى ٣٣ و ٣٤ ص ١٢٢)

أظهر نجوم منطقة ١٩ نجان من المرتبة الثانية أولها ألف الطاووس وهو ألمع نجم فى كوكبة الطاووس وثانيهما ألف البجعة وهو ألمع نجم فى كوكبة البجعة ويقع أغلبه فى منطقة ١٤

والمجرة فى هذه المنطقة غنية وجميلة بنوع خاص .

### منطقة ٢٠ — القطب الجنوبي

ليس هنالك نجم يحدد موقع القطب الجنوبي كما يحدد لنا النجم القطبي موقع القطب الشمالى . وأعظم الاجرام استلفاتا للنظر فى منطقة ٢٠ هو السحابتان المجليتان الكبرى والصغرى — أو السحابة الكبرى والسحابة الصغرى فقط — انظر لوحة ٣١ ص ١١٢ فهما يظهران جليا حتى للعين المجردة والسحابة الكبرى تبقى مرئية حتى فى نور القمر الكامل .

وفى حدود السحابة الصغرى يقع جمع من أقرب الجوع النجومية وهو ٤٧ توكن وهذا أيضا يسهل للعين المجردة أن تراه .

## الذيل الثاني — العشر ونجما التي هي ألمع نجوم السماء في الظاهر

النجم	الكرسي	البعد بالسين الفوتية	الإضاءة بالمقارنة بالشمس	المطلة في الوطنين	أظهر الصفات
الشعرى الجانية (ملاّقة)	١ الكب الأكبر	٨٦	٣٦	٩	١٨٤٤١٠٤٤٨٢
سهول العين	١ القزينة	غير معروف	غير معروف	١٦	١٩٢
ألف قطورس	١ قطورس	٣	١٣	١٨	١٩٤٤١٠٤
النسر الواقع	١ اللورا (أو السلياق)	٢٦	٥٠	٧	١٨٣٤١٨١٤١٧٥
البعسوث (الغزة)	١ عمك الأعة	٥٢	١٨٥	٣	١٧٥
السماء الراج	١ المراء	٤١	١٠٠	١١	١٨٨
الرجل	ب الجبار	٥٠٠	١٥٠٠٠	٩	١٨٥
الشعرى القامية (سابقة للككب)	١ الككب الأصغر	١٠٥	٥٥	٩	١٨٦٤١٠٤٤٨٣
آخر النهر	١ النهر	٧٠	٢٠٠	١٤	١٩١
باء قطورس	ب قطورس	٣٠٠	٣٠٠٠	١٨	١٩٤
الطارق	١ المقاب	١٦	٩٢	١٢	١٨٩
منكب الجوزاء	١ الجبار	٢٠٠	١٢٠٠	٩	١٨٥٤٩٤٤٨٧
ألف الصليب	١ الصليب	٢٣٠	١٦٠٠	١٧	١٩٣
الدبران	١ الثور	٥٧	٩٠	٩	١٨٥٤١٧٦
ألف التوأمن	١ التوأمن	٢٢	٢٨	٤	١٧٨
السمك الأعزل (سنة القمح)	١ المسنراء	٢٣٠	١٥٠٠	١١	١٨٨
قلب العقرب (مناقب المريح)	١ المقرب	٢٨٠	٤٠٠٠	١٨	١٩٤
قسم الحوت	١ الحوت الجنوبي	٢٤	١٣٥	١٤	١٩١
الذئب	١ الحوت	٦٠٠	١٠٠٠ (٩)	١٢	١٨٩
قلب الأسد	١ الأسد	٥٦	٧٠	١٠	١٨٦

الدليل الثالث - السيارات

النظر الصفحات	الاطلاق في القللك (بالأحبال في الثانية)	مدة الدوران بالسنت	المسافة من الشمس بالملازمة بالأرض	القدر بالملازمة بالأرض			عدد التراجع	السيار
				الوزن	الحجم	القطر		
٥٥٠٣٧	٢٩,٧	٠,٢٤	٠,٣٩	٠,٠٤	٠,٠٦	٠,٣٩	٠	عطارد ...
٥٩٥٦٣٧	٢١,٧	٠,٦٢	٠,٧٢	٠,٨١	٠,٩٢	٠,٩٧	٠	الزهرة ...
٦٩٥٥٨	١٨,٥	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠	١	الأرض ...
٦٤٥٩	١٥,٠	١,٨٨	١,٥٢	٠,١١	٠,١٥	٠,٥٣	٢	المريخ ...
٦٩	—	١٣,٧—١,٧٦	٤,٦—٠,٧١	—	—	—	—	النبيات ...
٧٨٠٦٢,٦٠	٨,١	١١,٨٦	٥,٢٠	٣١٧	١٣١٢	١٠,٩٥	٩	المشتري ...
٦٧	٦,٠	٢,٩٤٦	٠,٩٥٤	٩٥	٧٣٤	٩,٠٢	٩	زحل ...
٧٩,٢٠	٤,٢	٨٤,٠٠١	١,٩١٩	١٤,٧	٦٤	٤,٠٠	٤	أورانوس ...
٧٩,٢٠	٣,٤	١٦٤,٧٨	٣,٠٠٧	١٧,٢	٦٠	٣,٩٢	١	نبتون ...
٨٠,٢٢	٢,٩	٢٤٨	٣,٩٨	*	*	*	—	بلوتو ...

(\*) متحرك فيها الآن لكن المحتمل أنها جميعا أقل قليلا منها للأرض .

## الذيل الرابع — حركة المسبارات

(الجدول الآتي بين الأوقات بالتقريب التي تكون فيها المسبارات أبعد ما يكون عن الشمس وفي هذه الأوقات يسهل جدًا رؤية عطارد والزهرة في حين أن المخرج والمشتري وزحل لا يكونان في مقابلة الشمس تمامًا تغيران خطا الزوال في منتصف الليل وبذا يبدو أن على أحسن ما تكون في بناء الليل)

الوقت	الزهرة		ارد		الوقت
	نجم مساء	نجم صباح	نجم مساء	نجم صباح	
يولييه	شباط	شباط	أبريل أغسطس نوفمبر	مايو سبتمبر	١٩٣١
يولييه	شباط	شباط	مارس يولييه نوفمبر	شباط سبتمبر ديسمبر	١٩٣٢
أغسطس	مارس	—	مارس يولييه أكتوبر	أبريل أغسطس ديسمبر	١٩٣٣
أغسطس	أبريل	أبريل	فبراير يولييه أكتوبر	أبريل يولييه نوفمبر	١٩٣٤
أغسطس	—	يولييه	فبراير مايو سبتمبر	مارس يولييه نوفمبر	١٩٣٥
سبتمبر	—	—	شباط مايو سبتمبر ديسمبر	فبراير يولييه أكتوبر	١٩٣٦
سبتمبر	يولييه	يولييه	أبريل أغسطس ديسمبر	شباط سبتمبر	١٩٣٧
أكتوبر	—	سبتمبر	أبريل يولييه نوفمبر	شباط مايو أغسطس ديسمبر	١٩٣٨
أكتوبر	يولييه	—	فبراير يولييه أكتوبر	أبريل أغسطس ديسمبر	١٩٣٩
نوفمبر	—	أبريل	فبراير يولييه سبتمبر	أبريل يولييه نوفمبر	١٩٤٠
نوفمبر	—	يولييه	فبراير مايو سبتمبر	أبريل يولييه أكتوبر	١٩٤١
ديسمبر	—	—	شباط مايو أغسطس ديسمبر	مارس يولييه أكتوبر	١٩٤٢
ديسمبر	شباط	يولييه	شباط أبريل أغسطس ديسمبر	فبراير يولييه أكتوبر	١٩٤٣
—	—	يولييه	أبريل أغسطس ديسمبر	فبراير يولييه سبتمبر	١٩٤٤
—	—	—	مارس يولييه نوفمبر	شباط مايو سبتمبر	١٩٤٥



## الدليل

- إبط الجوزاء، (أنظر منكب الجوزاء) .  
 آخر النهر، ١٩١ و ١٩٦ .  
 إدينجتون (Sir A. Eddington)، ١٦٠ .  
 إضاءة (أو إنازة) الشمعى اليمانية، ٨٤ و ٨٢ .  
 الأبنين القمرية، ٣٣ .  
 الأرض، جو، ٢٨ و ٥٩ ،  
 دوران، ٢ و ١٦٥ ،  
 كسيار، ٢٢ و ٢٤ ،  
 مولد، ٤٨ ،  
 وزن، ٧٦ .  
 الأرنب، كوكبة، ١٢ و ١٨٤ .  
 الأسبكتروسكوب، (أنظر مين الأطياف) .  
 الأسد، برج، ١٦ و ١٨٦ ،  
 عرض نيزكي في برج، ١٨٧ .  
 الأسر فعل الجاذبية، ٧٨ .  
 الإضافة، (أنظر النسبية) .  
 الأقرب القنطوري (أقرب نجم)، ٩٤ و ٩٠ و ١٠٤ .  
 الأقزام البيضاء، ٩٤ و ٩٦ و ١٣٩ .  
 الباطية، كوكبة، ١٣ و ١٨٦ .  
 البعد القطبي الشمالى، ١٦٩ .  
 البوصلة، الجيروسكوبية، ٣ و ١٧ ،  
 المغنطيسية، ٣ .
- التتابع الزمنى، (أنظر نجوم) .  
 الثنين، كوكبة، ١٦ و ١٧ و ١٨ و ١٩ و ١٧٢ .  
 التوهم المقدم، ١٧٨ .  
 التوهم (أو الجوزاء)، برج، ١٧٧ ،  
 الثريا، ١٧٦ .  
 الثنائيات الطيفية، ١٧٨ .  
 الثنائية، المجموعات، ٨١ و ١٧٨ .  
 الثعبان، ١٧ .  
 الثور، برج، ١٢ و ١٧٦ ، لوحة ٣ (ص ١٢) .  
 الجاني، كوكبة، ١٦ و ١٨٠ و ١٨٩ ،  
 الجوع الصكرية في، ١١٢ ، لوحة ٣٢  
 (ص ١١٣) .  
 الجاذبية، ٧٣ و ٧٤ و ٧٥ و ٧٦ و ٨٠ و ١٢٢  
 و ١٢٣ و ١٤١ و ١٦٣ .  
 الجبار (أو الجوزاء)، كوكبة، ١٢ و ٨٧ و ١٨٤  
 و ١٨٥ ، اللوحات : ٣ (ص ١٢)  
 و ٢٧ (ص ٨٦) و ٢٨ (ص ٨٧) و ٣٠  
 (ص ١١١) ،  
 السدائم في، ٨٧ و ١٢٨ و ١٨٦ .  
 الجدى، برج، ١٦ و ١٩٠ .
- (١) استخدمت لفظة الجوزاء في الكتب  
 العربية لكل من كوكبتي التوهمين والجبار ولذا  
 تحاشينا استخدامها لأحدهما .

السحابة المجلية الصغرى ١١١ و ١٣٧ و ١٩٥

لوحة ٣١ (ص ١١٢) .

السدائم ، ١٢٧ وما يليها ، اللوحات ٢٧

(ص ٨٦) و ٣٠ (ص ١١١) ومن ٣٥

إلى ٤٦ (بين ص ١٢٨ و ١٣٥) ،

بعد ، ١٢٩ ،

حركة ، ١٥٧ ،

نشوء ، ١٣٥ ، اللوحات من ٤٤ إلى ٤٦

(بين ص ١٣٤ و ١٣٥) .

السفينة ، كوكبة ، ١٣ و ١٦ و ١٩٢ .

السلياق ، (أنظر الوراء) .

السماء بالليل ، شكل ، ١٠ و ١١٩ .

السماء ، الأعزل ، ١٨٩ و ١٩٦ ،

الرايح ، ١٨٨ و ١٩٦ .

السنة الضوئية (تعرّفها) ، ١٢٩ .

السيارات ، ٢٠ و ٢١ و ٢٢ و ١٩٧ و ١٩٨ ،

مولد ، ٥١ ،

الصغرى (أو النجيات) ، ٦٩ .

الشجاع ، كوكبة ، ١٣ و ١٦ و ١٨٦ .

الشعري الشامية (أو الفيصاء) ، ٨٣ و ١٠٤

و ١٨٦ ،

الشعري اليمانية ، ٨٢ و ٨٣ و ١٠٤ ،

بعد ، ٩ و ١٤ و ٨٣ ،

الرفيق الخفى ل ، ٨٢ و ٨٦ و ٩٦ و ١٠٤ ،

إضاءة (أو إنارة) ، ٨٢ و ٨٤ .

الشمس ، جو ، ٤١ وما يليها ، ٥٢ ، اللوحات

من ١٣ إلى ١٧ (بين ص ٤٠ و ٤١) .

الجبوع الكرية ، ١١٢ و ١٨١ و ١٩٥ ، لوحة

٣١ (ص ١١٢) و لوحة ٣٢ (ص ١١٣) .

في الجنائى ، ١١٢ و ١٨١ ، لوحة ٣٢

(ص ١١٣) .

الحوت ، برج ، ١١ و ١٩٠ ،

الجنوبي ، كوكبة ، ١١ و ١٩٠ .

الحية ، كوكبة ، ١٨٨ .

الهدب ، الأصفر ، كوكبة ، ١٦ و ١٧٢ ،

لوحة ٤ (ص ١٣) ،

الأكبر ، كوكبة ، ١٥ و ١٧٢ و ١٧٩ .

الدبران ، ١٧٦ و ١٨٤ و ١٩٦ .

الدجاجة ، كوكبة ، ١٦ و ١٨٢ ، لوحة ٣٥

(ص ١٢٨) .

الدلو (أو ساكب الماء) ، برج ، ١١ و ١٩٠ .

الذئبات ، بناء ، ٤٥ و ٩٥ .

الذئب ، ١٨٩ و ١٩٦ .

الذئب الأسود (أو ماورولكس) ، ٣٢ .

الرامي (أو القوس) ، السحابة النجمية في ١٢٣ ،

لوحة ٣٤ (ص ١٢٣) .

الرجل ، ١٨٥ و ١٩٦ .

الرفع السوداء (أو المظلمة) في السماء ، ١٠٩

و ١١٠ و ١١٦ و ١٩٣ .

الزرافة ، كوكبة ، ١٦ و ١٧٢ .

الزهرة ، ١ و ٢٠ و ٣٧ و ٦٣ و ٩٧ و ١٩٨ ،

لوحة ٢٠ (ص ٥٥) ،

جو ، ١ و ٥٧ ،

أوجه ، ٥٦ و ٥٧ .

لتنجوم، ٨٢ و ٨٤ و ١٠٤ .  
 القطب، ضواف، ١٧ و ١٩ .  
 القلبية (أو النجم القطبي)، ١٥ و ١٦ و ١٧ و ١٩  
 و ١٦٩ و ١٧٢ و ١٧٣ .  
 القمر، شكل، ٣١، اللوحات من ٧ إلى ١١  
 (بين ص ٣٢ و ٣٣) ،  
 أوجه، ٦، لوحات ٨ و ١٠ (بين ص ٣٢ و ٣٣)  
 ، ٣٣  
 بعد وقد، ٦٥  
 حركة، ٦  
 درجة حرارة، ٣٤ و ٣٥ و ٣٦ ،  
 دوران، ٣٤ و ٣٧ .  
 سطح، ٣١ و ٣٢  
 مستقبل، ٦٩  
 نور الأرض على، ٧  
 القوس، (أنظر الزامي) .  
 الكلب الأصفر، كوكبة، ١٢ و ١٨٤  
 الأكبر، كوكبة، ١٢ و ١٦ و ١٨٤  
 الكلف الشمسية، ٤١، اللوحات ١٦ و ١٧  
 (بين ص ٤٠ و ٤١) و ١٩ (ص ٥٤) .  
 الكويكبات، ١١ و ١٧٢ وما يليها .  
 الكون، الحدود، ١٤٩  
 تاريخ، ١٤١  
 تمدد، ١٥٥ و ١٥٨ .  
 عمر، ١٦١  
 قدر، ١٤٩  
 نموذج، ١٤٦ و ١٥٤ .

الضغط داخل، ٤٣ .  
 القدرة الشمعية لـ، ٨٢  
 بعد، ٧  
 داخل، ٤٠ و ٤٢ و ٤٣  
 درجة الحرارة داخل، ٤٣  
 قطر، ٨  
 وزن، ٧٧ .  
 الشب، ٧٠ .  
 الصليب الجنوبي، كوكبة، ١٦ و ١٩٢ .  
 الضوء القرمزي الذي يعقب الغروب، ٣١ .  
 الطائر، ١٨٩ و ١٩٦ .  
 الطالع المستقيم، ١٦٩ .  
 الطريق اللبني، (أنظر الحجرة) .  
 العقاب، كوكبة، ١٦ و ١٨٩ .  
 العميق، ١٧٥ و ١٩٦ .  
 الغراب، كوكبة، ١٣ و ١٨٩ .  
 الغميصاء، (أنظر الشعرى الشامية) .  
 الفول، ١٧٧ .  
 ألف - أ - (المقابلة للحرف اليوناني  $\alpha$ )، ١٤٤  
 الصليب الجنوبي، ١٩٣ و ١٩٦  
 باء، اليونانية، ١٤  
 قنطورس، ١٠٤ و ١٩٤ و ١٩٦ .  
 القرص الأعظم، كوكبة، ١١ و ١٦ و ١٣٢ و ١٩٠ .  
 الفضاء، خلو، ١٠٩ و ١٦١  
 المادة الحابجة في، ١٠٩ و ١١٠ و ١١٥ .  
 الفوهات القمرية، ٣٢  
 القدرة الشمعية للشمس، ٨٣

المشتري ، ١ و ٢٠ و ٦٠ و ٦٢ و ٦٥ ، لوحة  
 ٢٢ (ص ٦٧) ،  
 توابع ، ٦٥ ٦٦ ٦٨ ،  
 جو ، ٦٢ ،  
 قدر ، ٦٠ ،  
 وزن ، ٦٠ .  
 الملقب ، (أنظر قفاوس) .  
 الميرة (أو أروقيطس) ، ٨٣ و ٩٩ و ١٨٣ .  
 النثرة (أو خلية النحل) ، ١٨٧ .  
 النجم القطبي ، (أنظر القطبية) .  
 النجوم ، أبعاد ، ٨ و ١٩٠٦ ،  
 أقدار ، ٨٥ و ٩٠ و ٩١ ،  
 أقرب ، ٢٣ و ١٠٣ و ١٠٤ ،  
 الثانية الطيفية ، ١٧٨ ،  
 القدرة الشمعية ل ، ٨٢ و ١٠٧ ،  
 ألمع ، ١٩٦ ،  
 أوزان ، ٨٠ ،  
 داخل ، ٤٦ و ٩٤ و ٩٦ ،  
 درجات حرارة داخل ، ٩٤ ،  
 » » سطوح ، ٨٨ .  
 النجيمات (أو السيارات الصغرى) ، ٦٩ .  
 النسبية (أو الاضافة) ، ٨٦ و ١٥١ .  
 السر الواقع ، ١٧٥ و ١٨١ و ١٨٢ و ١٩٦ .  
 النهر ، كوكبة ، ١٢ و ١٩١ .  
 النور البروجي ، ٧٢ .  
 النيازك ، ٧٠ و ٧١ و ٧٢ ، لوحة ٥ (ص ٢٠)  
 ولوحة ٢٥ (ص ٧٠) .

اللورا (أو السلياق) ، كوكبة ، ١٨١ .  
 المادة الحارجة في الفضاء ، ١٠٩ و ١١٠ و ١١٥ .  
 المتغيرات القيفاوية ، ١١١ و ١١٣ و ١٢٩  
 و ٢٣١ .  
 المثلث ، السديم م ٣٣ في ، ١٣٠ ، لوحة ٣٨  
 (ص ١٢٨) .  
 الهجرة (أو الطريق اللبني أو سكة التبانة) ، ١١٥  
 و ١١٩ و ١٢٢ و ١٣٠ ، لوحة ٢٩  
 (ص ١١٠) و لوحة ٣٣ (ص ١٢٢)  
 ولوحة ٣٤ (ص ١٢٣) ،  
 تعدد ، ١٦٣ .  
 المجموعات النائية ، ٨١ و ١٧٨ .  
 المجموعة الهجرية ، ١٢٠ و ١٣٣ و ١٤٤ .  
 المذنبات ، ٧٠ ، لوحتا ٢٣ و ٢٤ (ص ٦٩) .  
 المرأة المسلسلة (أو أندروميده) ، كوكبة ، ١١  
 و ١٧٣ و ١٧٤ ، لوحة ٢ (ص ٣)  
 السديم الأعظم في ، ٢١ و ١٢٨ و ١٣١  
 و لوحتا ٣٦ و ٣٧ (بين ص ١٢٨ و ١٢٩)  
 ولوحة ٤٢ (ص ١٣٣) .  
 المردة ، الحر ، ٩٩ ،  
 الصفرة ، ١٠٠ .  
 المرخ ، ٢٠ و ٥٩ ، لوحة ٢٠ (ص ٥٥) ،  
 الحياة على ، ١٣ ،  
 قدر ، ٦٠ ،  
 مادة ، ٦٢ ،  
 مناخ ، ٦٣ .

- توايح السيارات ، ٦٥ و ٦٦ و ١٩٧٠ .  
 جق ، الأرض ، ٢٧ و ٢٨ و ٣٠ و ٣٤ و ٥٩ ،  
 الزهرة ، ٥٨ ،  
 الشمس ، ٤١ و ٤٢ و ٥٢ ،  
 القمر ، ٣١ و ٣٣ و ٣٤ ،  
 جيم - ح - (المقابلة للحرف اليوناني γ) ، ١٤ ،  
 حمرة غروب الشمس ، ٢٩ ،  
 خط الزوال ، ١٦٧ و ١٦٩ ،  
 خلو القضاء ، ١٠٩ و ١٦١ ،  
 خلية النحل (أو النثرة) ، ١٨٧ ،  
 دال - و - (المقابلة للحرف اليوناني δ) ، ١٤ ،  
 قيفاوس ، ١١١ ،  
 دوارد ، ص ، ٨٥ ،  
 دوران الأرض ، ٢٠ و ١٦٥ ،  
 ذات الشعور (أو شعيرير ينيس) ، كوكبة ،  
 ١٣ و ١٢٢ و ١٧٩ ،  
 ذات الكرسي ، كوكبة ، ١٢ و ١٦ و ١٧٣ ،  
 رأس التوهم (انظر التوهم المقدم) ،  
 رايت (Thomas Wright) ، ٦٧ ،  
 رفيق الشعرى اليمانية الخفي ، ٨٢ و ٨٦ و ٩٦ ،  
 ١٠٤ و ،  
 زحل ، ٢٠ و ٦٢ و ٦٥ و ١٩٧ و ١٩٨ ،  
 لوحة ٢١ (ص ٦٦) ،

- الحالة الشمسية ٧٢ ، لوحة ٢٦ (ص ٧١) .  
 ألوان النجوم ، ٨٧ ،  
 الوقت النجمي ، ١٦٧ و ١٧٠ ،  
 أليجامة ، كوكبة ، ١٣ ،  
 إنشاء الفضاء على نفسه ، ٢٥١ و ١٥٢ ،  
 أندروميده ، (أنظر المرأة المسلسلة) ،  
 أورانوس ، ٢٠ و ٦٠ و ٦٢ و ٧٩ ،  
 توايح ، ٦٥ و ٧٨ ،  
 أينشتاين (A. Einstein) ، ٧٤ و ٨٦ و ١٥١ ،  
 ١٥٥ و ،  
 باء - ب - (المقابلة للحرف اليوناني β) ، ١٤ ،  
 قنطورس ، ١٩٤ و ١٩٦ ،  
 بيتيت (E. Pettit) ، ٣٦ ،  
 بروك (Brooke) ، مذنّب ، لوحة ٢٤ ،  
 (ص ٦٩) ،  
 بعد ، الشمس ، ٧ ،  
 القمر ، ٥ ،  
 النجوم ، ٤ و ٨ و ١٠٤ ،  
 بلوتو ، ٢٠ و ٦٠ و ٦٢ ،  
 اكتشاف ، ٢٢ و ٧٩ ، لوحة ٦ (ص ٢١) ،  
 بعد ، ٢٣ و ٨٠ ،  
 بندول فوكو ، ٤ ،  
 بيت لحم ، نجم ، ٥٧ ،  
 تشتت الضوء ، ٢٨ ،  
 تماثيل محور الأرض ، ١٨ ،  
 تمدد الكون ، ١٥٥ و ١٥٧ و ١٦٣ ،

عمر، الأرض، ٧٢،

الكون، ١٦١،

غليليو (Galileo)، ٢، ٢٥ و ٦٧ و ١١٦،

فرساوس، كوكبة، ١١ و ١٦ و ١٧٧، لوحة ٢ (ص ٣)،

قاعة صابونية، كنموذج للكون، ١٥٥،

فم الخوت، ١٩٠ و ١٩٦،

فوكو (Foucault)، بدول، ٤،

قدر الكون، ١٥٨،

قلب الأسد، ١٨٦ و ١٩٦،

المقرب، ١٩٤ و ١٩٦،

قنطورس، كوكبة، ١٦ و ١٩٤،

قيطس، كوكبة، ١٢ و ١٨٣،

قيفاوس (أو الملقب)، كوكبة، ١٢ و ١٧٢،

كانت (I. Kant)، ١٢٧ و ١٤٥ و ١٤٩،

كروجر رقم ٦٠ (Kruger 60)، ١٠٤،

كسوف الشمس، ٨ و ٣٧ و ٧٢، لوحة ١٥

ص (٤٠) و لوحة ٢٦ (ص ٧١)،

كلاب الصيد، كوكبة، ١٧٩،

كوبرنيك (Copernicus)، ٢٤،

كيلر (Keeler)، ٦٧،

لامبرت (Lambert)، ١٠٧،

لتر (Lemaitre)، ١٥٥ و ١٥٨،

لون السماء، ٢٩ و ٣٠،

لويل (P. Lowell)، ٢٢ و ٨٠،

توابع ٦٥ و ٧٨،

حلقات ٦٧ و ٦٨،

قدر، ٦٠،

زوجة السماء، ٢٩ و ٣٠،

زكية الفحم، ١١٠ و ١٩٣، لوحة ٢٩ (ص ١١٠)،

نصب من المسدات، ١٣٢، لوحة ٤٠

(ص ١٢٣) و لوحة ٤١ (ص ١٢٤)،

سكة البانة، (أنظر الهجرة)،

سبيل الين، ١٩٢ و ١٩٦،

شعري ينيس، (أنظر ذات الشعور)،

شيبيل (H. Shapley)، ١١٢ و ١١٤،

ص - دوارد، ٨٥،

ضوء الشمس، لون، ٢٩ و ٣٠،

طاقة النجوم، ١٠٠،

طواف القطب، ١٧ و ١٩،

عدد النجوم كلها، ١٢٠ و ١٢٤ و ١٦١،

عرض نيزكي في برج الأسد، ١٨٧،

عطارد، ٢٠ و ٣٧ و ٥٥ و ٦٣،

أوجه، ٥٦،

بحر، ٣٨،

درجة حرارة، ٦٣،

دوران، ٣٨،

قدر، ٣٨،

- فان مانن، ٩١ و ٩٦ و ١٠٤ .  
 • نجوم التابع الرئيسي، ٩٧ .  
 • نشوء السدائم، ١٣٥ .  
 • النجوم، ١٣٩ .  
 • نكلسن (S. B. Nicholson)، ٣٦ .  
 • نقص وزن، الشمس، ١٠١ .  
 • النجوم، ١٠٢ .  
 • نموذج للكون، ١٤٦ .  
 • للجموعة الشمسية، ٥٤ .  
 • للجموعة المجزئة، ١١٨ .  
 • نيوتن (Sir Isaac Newton)، ٧٤ و ٧٧ .  
 • هالي (Halley) لوحة ٢٣ (ص ٦٨) .  
 • هبل (E. Hubble)، ٣٢ و ١٣٧ .  
 • هرشل (Sir W. Herschel)، ١١٧ و ١١٨ .  
 • واروقطس، (أنظر الميزة) .  
 • وحيد القرن (أولكورن)، كوكبة، ١٢ و ١٨٤ .  
 • وزن، الأرض، ٧٦ .  
 • الشمس، ٧٧ .  
 • النجوم، ٨٠ .  
 • وولف (Wolf)، ٣٥٩ (أخفى نجم)، ١٥ .  
 • ٨٥ و ١٠٤ .
- ماورولكس (أو الذئب الأسود)، ٣٢ .  
 • مبادرة الاعتدالين، ١٨ .  
 • ميين الأطياف (الاسبيكتروسكوب)، ٤١٦ و ٤٢٠ .  
 • مذنب بروك، لوحه ٢٤ (ص ٦٩) .  
 • مرده النجوم، ٩٩ .  
 • مرصد لويل، ٢٢ و ٨٠ .  
 • مقدم الذراع (أنظر التوم المقدم) .  
 • مقياس التداخل، ٨٦ .  
 • مكسويل (J. C. Maxwell)، ٦٧ .  
 • ممسك الأعنة، كوكبة، ١٧٥ .  
 • متنبك الجوزاء (أو إبط الجوزاء)، ٨٧ و ٩٠ .  
 • ٩١ و ٩٩ و ١٨٥ و ١٩٦ .  
 • مؤتمر التوأمين، ١٧٨ و ١٩٦ .  
 • مولد، الأرض، ٤٨ و ١٤٢ .  
 • السدائم، ١٤٠ .  
 • المجموعة الشمسية، ٥٠ و ١٤٢ .  
 • النجوم، ١٣٦ .  
 • نبتون، ٢٠ و ٦٠ و ٦٢ .  
 • اكتشاف، ٧٩ .  
 • أنواع، ٧٨ .  
 • نبوءات شمسية، ٣٩ .  
 • نجم، بيت لحم، ٥٧ .





## قائمة بأسماء النجوم والسيارات باللغتين

A	
Achernar	آخر النهر
Alberio	المقار
Aldebaran	الديران
Algol	القول
Altair	الطائر
Andromeda	المرأة المسلسلة (كوكبة) <sup>(١)</sup>
Antares	قلب العقرب
Antilla	الآلة المفرغة (كوكبة)
Apus	عصفور الجنة
Aquarius	الدلو أو ساكب الماء (برج)
Aquila	العقاب (كوكبة)
Ara	المجمر أو المحراب (كوكبة)
Arcturus	السمك الراعي
Argo	السفينة (كوكبة)
Aries	الحمل (برج)
Asteroids	النبيات (أو السيارات الصغيرة)
Auriga	عمسك الاعة أو ذو العناق (كوكبة)

H	
Bellatrix (γ Orionis)	المرزم
(١) كان الأولى تسميتها المسلسلة فقط .	

Betelgeux	منكب (أو إبط) الجوزاء
Bootes	العواء (كوكبة)

C	
Camelopardalis	الزرافة (كوكبة)
Cancer	السرطان (برج)
Canis Venatici	كلاب الصيد (كوكبة)
Canis Major	الكلب الأكبر (كوكبة)
Canis Minor	الكلب الأصغر (كوكبة)
Canopus (α Carina)	سهيل اليمن (α القرينة)
Capella (α Auriga)	العبوق (α عمسك الاعة)
Caph (β Cassiopeia)	كف الخضب (ب ذات الكرسي)
Capricornus	الجدي (برج)
Carina	القرينة (جزء من كوكبة السفينة)
Cassiopeia	ذات الكرسي (كوكبة)
Castor (α Geminorum),	رأس التسوأم أو التوأم المتقدم أو مقدم
	الذراعين (α التوأمين)
Castor and Pollux	الذراع المبسوطة
Centaurus	قنطورس (كوكبة)

Cepheus قيفاوس أو المثلث (كوكبة)

Cepheid variables المتغيرات القيفاوية

Cetus قيطس (كوكبة)

( $\alpha$  Ceti) الكف الجزماء

( $\beta$  " ) الضفدع الثاني

( $\gamma$  " ) المسيرة

Chamaeleon الحرباء (كوكبة)

Colum قلم النقاش (كوكبة)

Columba الحمامة (كوكبة)

Coma Berenices

ذات الشعر (كوكبة)

Corola التويج

Corona Borealis

الأكليل الشمالي (كوكبة)

Corona Australis

الأكليل الجنوبي (كوكبة)

Corvus الغرباب (كوكبة)

Crater الباطية (كوكبة)

Cruz الصليب الجنوبي (كوكبة)

Cygnus

الدجاجة أو الأوز العراقي (كوكبة)

## D

Delphine الدلفين (رج)

Deneb الذنب

Denabola الصرقة

Dorados دوارد أو الحوت المذهب

أو الحوت الذهبي (كوكبة)

Draco التنين (كوكبة)

( $\alpha$  Draco or Thuban) النعنان

## E

Equuleus

الفرس الأصفر أو قطعة الفرس (كوكبة)

Eridanus النهر (كوكبة)

## F

Formalhaut نجم الحوت

Fornax فرن الكيمياء (كوكبة)

## G

Gemini التويمان أو الجوزاء (رج)

Grus البجع (كوكبة)

## H

Horologium

الساعة ذات البندول (كوكبة)

Hydes القلاص (كوكبة)

Hydra<sup>(١)</sup> الشجاع (كوكبة)

Hydrus<sup>(٢)</sup> الشجاع الذكر (كوكبة)

## I

Indus الهندي (كوكبة)

(١) هذه تسمية الفلكي باشا للكوكبة

والأولى تسميتها الأنبي . (٢) إذا سميت

الفائنة بالأنبي أمكن تسمية هذه الكوكبة

الشجاع فقط .

**J**  
Jupiter المشتري (سيار)

**K**  
Kruger 60 رقم ٦٠ من كاتالوج كروجر

**L**  
Lacerta الورل (كوكبة)  
Leo الأسد (برج)  
Lepus الأرنب (كوكبة)  
Lesser Magellanic Cloud  
السحابة المجلية الصغرى

Libra الميزان (برج)  
Lupus الذئب (كوكبة)  
Lynx الفهد (كوكبة)  
Lyra اللورا أو السلياق (كوكبة)

**M**  
Malus الخبيث (١)  
Mars المريخ (سيار)  
Mensa المنضدة أو المائدة (كوكبة)  
Mira Ceti الميرة (واوقيطس)  
Mercury عطارد (سيار)

Milky way  
المجرة أو الطريق اللبنى أو سكة التبانة  
Mizar (Ursa Major) العناق أو المنزر (ز الدب الأكبر)

(١) اسم جديد

(٢) أسماءها الفلكي باشا لاخايل

Monoceros وحيد القرن (كوكبة)  
Moon القمر (تابع الأرض)  
Musca النحلة (كوكبة)

**N**  
Neptune نبتون (سيار)  
N. C. G. New General Catalogue  
الكاتالوج العام الجديد لـ دكتور دراير

**O**  
Ootans البسترة (أو الثمنيات) (٢)  
Omicron Ceti واوقيطس أو الميرة  
Ophiuchus الحواء (كوكبة)  
Orion الجبار أو الجوزاء (كوكبة)

**P**  
Pole star القطبية أو النجم القطبي  
Pavos الطاووس (كوكبة)  
Pegasus الفرس الأعظم (كوكبة)  
( $\alpha$  Pegasus) مركب الفرس  
( $\beta$  Pegasus) منكب الفرس  
( $\gamma$  Pegasus) جناح الفرس  
( $\delta$  Pegasus) سرة الفرس  
Perseus فرساوس (كوكبة)

(١) أسماءها الفلكي باشا لكورن

(٢) أسماءها الفلكي باشا البسترة وأفضل

لها الثنية أو الثمنيات

( $\alpha$ Perseus)	المرفق
Phoenix	العنقاء (كوكبة)
Pictor	كرسي المصور (كوكبة)
Piscis	الحوت (برج)
Pisces Australis	الحوت الجنوبي (كوكبة)
( $\alpha$ Pisces Australis)	الضفدع الأول
Pixes	البوصلة
Pleiades	الثريا
Pluto	بلوتو (سيار)
Pollux ( $\beta$ Gemini)	مؤثر التوأمين (ب التوأمين)
Procyon	الشعري الشامية أو (الفيصاء)
Praesepe	الثرة
Proxima Centauri	الأقرب القنطوري
Puppis	المؤخرة (جزء من كوكبة السفينة)
<b>R</b>	
Regulus ( $\alpha$ Leo)	قلب الأسد (أ الأسد)
Rigel ( $\beta$ Orion)	الرجل (ب الجبار)
<b>S</b>	
Sagitta	السهم (كوكبة)
Sagittarius	الرامي أو القوس (برج)
Saturn	زحل (سيار)
Scorpio	العقرب (برج)
Sculptor	معمل المصور (كوكبة)

Serpens	الحية (كوكبة)
Sextans	السدسية أو السدسيات (١١)
Sickle	المنجل
Sirius	الشعري اليمانية
Spica	السماء الأعزل
Southern Cross	الصليب الجنوبي (كوكبة)
S. Dorados	صنّ دوارد
<b>T</b>	
Taurus	الثور (برج)
Thuban ( $\alpha$ Draco)	الثعبان (أ الثنين)
Triangulum	المثلث (كوكبة)
Triangulum Australis	المثلث الجنوبي (كوكبة)
Tucan	توكن (كوكبة)
<b>U</b>	
Uranus	أورانوس (سيار)
Ursa Major	الدب الأكبر (كوكبة)
Ursa Minor	الدب الأصغر (كوكبة)
( $\delta$ Ursa Major)	مفرز الذنب
<b>V</b>	
Van Maanen	نجم فان مانهن
Vega	النسر الواقع
Venus	الزهرة (سيار)
Vela	الشراع (جزء من كوكبة السفينة)
Virginis	السنبلة أو العذراء (برج)
( $\alpha, \gamma, \lambda$ Virginis)	الففر
(١) اسم جديد .	

قائمة بالحروف العربية المقابلة للحروف اليونانية<sup>(١)</sup>

α	أ	ι	ى	ρ	ر
β	ب	κ	ك	σ	ص
γ	ح	λ	ل	τ	ت
δ	د	μ	م	φ	ف
ε	هـ	ν	ن	χ	شـ
ζ	ز	ξ	سـ	ω	ع
η	حـ	ο	و		
θ	ثـ <sup>(٢)</sup>	π	ط <sup>(٢)</sup>		

قائمة بالحروف العربية المقابلة للحروف الرومانية<sup>(٣)</sup>

A	أ	K	ك	T	ت
B	ب	L	ل	F	ف
G	حـ	M	م	J	شـ
D	د	N	ن	W	ع
H	هـ	X	سـ	Q	ق
Z	ز	O	و	E	ذ
Y	حـ	P	ط	U	ظ
C	ثـ	R	ر	V	غ
I	ى	S	ص <sup>(٣)</sup>		

(١) راجع ص ١٤ (٢) خالفنا المتبع في هذين الحرفين السبب الذي ذكر في المقدمة.

(٣) راجع ص ٨٥

## قائمة المصطلحات

A	
accumulations	متجمعات
aggregate	جُماع
appendix or appendage	ذيل أو ملحق
arches	قبوات (أو أقواس معقودة)
arêtes	سلاسل مرتفعة محددة الأطراف
array	صف أو جمع حاشد
asbestos	حرير صخري
ash	رماد
asteroids	نُجُيمات (أو سيارات صغيرة)

B	
background	وراء
binary system	مجموعة ثنائية
bright	لامع
broken up electrons	كهارب منحلة

C	
cascades	شلالات
characteristics	خصائص
classifies	يصنف
cliff	هلب
cluster	جمع

comet	مذنب
conglomeration	ركام
constellation	كوكبة أو برج
contracts	ينقبض أو يثقلص
corona	هالة
courses	مسالك
crater	فوهة
crevasse	فتحة جليدية أو شق أرضي

D	
destroys its matter	تفنى مادتها
dim	خامض أو مدحرج
disc	قرص
distinct	متيز
double stars	نجوم مزدوجة
dripplé	رذاذ
droplet	قطرة
dull	أدكن
dwarf	قزم

E	
eclipse	كسوف
ecliptic	دائرة البروج أو مدار الشمس
electron	كهرب
emits	يبعث

empty space	فضاء خلاء
energy	طاقة
enveloped	مغلف
eruption	طفح
expands	يتدد أو يمتد
extinct	خامد

## F

facing	يقابل أو يواجه
facing away	يدير
faint star	نجم خفى أو ضعيف
filament	فتيل
fireflies	الذباب الناري
fixed stars	الروابط
flash	لمعة
floculi	أهداب
fluctuations	تقلبات
fountain	نافورة
frost	جليد أو صقيع

## G

galactic system	المجموعة المجرية
generates	يولد
giant	مارد
globular clusters	مجموع كرية
glow-worm	يراعة
grip	قبضة
gravitation	الجاذبية

gravity	الثقل (الأرضي أو القمرى)
groups	طوائف أو مجاميع

## H

hub (of a wheel)	مرة
------------------	-----

## I

ice	جهد
illustrations	إيضاحيات
improvised	مبتصر
ingenious	بارع
interference	تداخل
intrinsic	ذاتى

## L

lamps	مصابيح
lanterns	فوانيس
lighthouse	منارة

## M

machinery	عدد
magellanic	مجلية
magnifies	يكبر
magnitudes	مراتب
main-sequence	نجوم التابع الرئيسى
mapping	تخطيط
meridian	خط الزوال
meteor	نيزك
microscope	مجهر

milky way	المجرة (وهي الطريق اللبنى أو سكة البانة)
momentum	كمية التحرك
murky	عكر

N

nature	فطرة
navigator	ملاح
nebula	سديم
nucleus	نواة
nutatation	تمايل (محور الأرض)

O

object	جسم
obscures	يخجب
opaque	حاجب
orbit	فلك

P

panorama	منظر مترامى
patch	رقعة
path	مسار
peak	قمة
period	مدة
pier	لسان (في البحر)
pinnacle	شعفة (والجمع شعاف)
plane	مستوى
planets	سيارات
plate	لوحة

position	موضع أو موقع
precession	مبادرة الاعتدالين
primitive	أولى
principle	قاعدة
projectile	قذيفة
prominence	تنوء

R

radiates	يشع
radiation (which is emitted)	شعاع
range	مدى
region	منطقة
relativity	النسبية (١)
right ascension	الطالع المستقيم
ripples	مويجات
rocket	صاروخ

S

satellites	توابع
scattering (of light)	تشتت (الضوء)
searchlight	ضوء كشاف
shooting-star	شهاب
shower	همرة
shrinks	ينضمر

(١) يستخدم لها الأستاذ مصطلح نظيف لفظة «الاضافة» .



size	قدر
snow	ثلج
solids	جوامد
space	فضاء
speck	هباء
spectroscope	مبين الأطياف
speed	انطلاق
spinning	دوار
spiral	لولي
spoke (of a wheel)	بريق (العجلة)
spots	كلف أو ققط
stampede	جفول
star	(١) نجم
system	مجموعة (أو نظام)

## T

telescope	مرقب (أو نظارة فلكية)
twilight	السفر

(١) أما كوكب فيطلق على كل نير بوجه  
عام فتشمل النجوم والسيارات .

twinkles	يتلألأ
type	نوع

## U

universe	الكون
----------	-------

## V

variable	متغير
----------	-------

## W

wobble	ترنح
wanderers	الطوافات (أو المتجربات)
wanderings of the pole	طواف القطب

weathering	التعرية
whirlpool	دوامة
world	العالم

## Z

zenith	سمت الرأس
zodiacal light	النور البروجي أو ضوء منطقة البروج



كل طبع كتاب "النجوم في مسالكها" بمطبعة دار الكتب المصرية في يوم الخميس

١٣ ربيع الأول سنة ١٣٥٢ (٦ يولييه سنة ١٩٣٣) م

محمد نديم

ملاحظ المطبعة بدار الكتب المصرية

## للدكتور أحمد عبد السلام الكردانى

تأليف :

• "مبادئ الكيمياء" (جزءين بالاشتراك مع الدكتور أحمد زكى).

• "بسائط الطيران".

• "مبادئ الميكانيكا" (بالاشتراك مع حضرة حسن الجندى أفندى).

ترجمة :

• "أئمة العلم والاختراع"

• (بالاشتراك مع الأستاذ محمد عبد الواحد خلاف أفندى).

الفصول الآتية من كتاب "ما خلفته اليونان" :

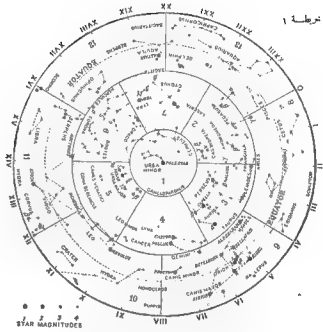
الرياضة و الفلك

• (بالاشتراك مع الأستاذ محمد عبد الواحد خلاف أفندى).

والمعمار (بالاشتراك مع حضرة أحمد عبد الله أفندى المهندس).

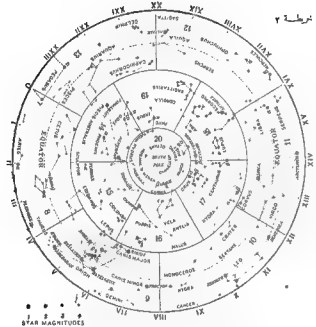
فصل الفلك من كتاب "خلاصة العلم الحديث". [يظهر قريبا]

نقطة ١



السماء الشمالية مجتمعة إلى ٥° جنوب خط الاستواء (الخط المنقطع)  
[عدل الأرقام الزهرية في حوال الخط من الفراغ المنقطه أما الأرقام العاطلة في الخريطة فتدل على المناطق البشرية المرسومة من الحسابات في ١٧٢ إلى ١٩٥]

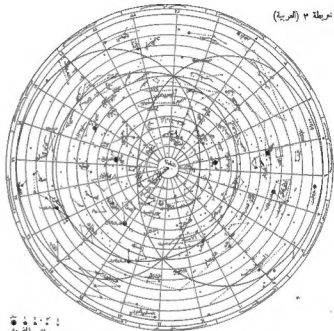
نقطة ٢



السماء الجنوبية مجتمعة إلى ٥° شمال خط الاستواء (الخط المنقطع)  
[عدل الأرقام الزهرية في حوال الخط من الفراغ المنقطه أما الأرقام العاطلة في الخريطة فتدل على المناطق البشرية المرسومة من الحسابات في ١٧٢ إلى ١٩٥]



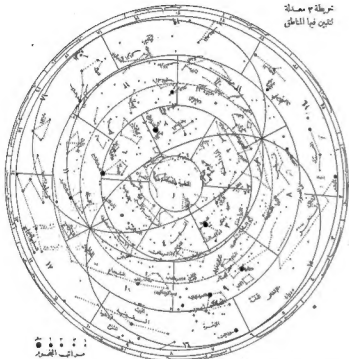
نخريطة ٣ (العربية)



● ● ● ● ●  
ميراث الجواهر

السماة الشمالية ممتدة إلى ٩٠° جنوب خط الاستواء (صفر في الشكل) لتشمل النجوم التي تروى في الظاهرة  
[تعد الأرقام التي حول الحافة على الطرف المستقيمة - والتي الأيمن بصير النجوم التي تدور في السماة في الإحداثيات التي  
يبدأ بصير الأيمن للنجوم التي تدور في الإحداثيات الأخرى]

نخريطة ٣ معدلة  
لتبين فيها المناطق



● ● ● ● ●  
ميراث الجواهر

السماة الشمالية ممتدة إلى ٩٠° جنوب خط الاستواء (الخط المتقطع) لتشمل النجوم التي تروى في الظاهرة  
[تعد الأرقام التي حول الحافة على الطرف المستقيمة - والتي الأيمن بصير النجوم التي تدور في السماة في الإحداثيات التي  
يبدأ بصير الأيمن للنجوم التي تدور في الإحداثيات الأخرى]





Bibliotheca Alexandrina



0432515